

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
RAKENNUSOSASTO
Tienrakennustoimisto

Bitumin laadunvarmistus



BITUMIA KÄYTETTIIN PÄÄLLYSTEEIN SIDEMÄKINÄ
JO 4000 V SITTEIN MUINAISSA BABYLONIASSA

— ötn —

INSINÖÖRITOIMISTO
ÖLJYTUOTENEUVONTA

HELSINKI 1985

08

TIE -



90 850

Ins.toimisto
ÖLJYTUOTENEUVONTA

Tilaus
TVH Rt-113/Y-273/84
24.9.1984

BITUMIN LAADUNVARMISTUS

TIE- JA
VESIRAKENNUSHALLITUS

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
Rakennusosasto
Tienrakennustoimisto

HELSINKI 1985

ALKUSANAT

Suomessa päällystetään yleisiä teitä vuosittain n. 4 500 km. Tähän työhön käytettävästä n. 500 milj. markan määrärahasta kuluu lähes puolet bitumisten sideaineiden hankintaan. Vuonna 1984 tie- ja vesirakennuslaitos käytti eri tyyppisiä sideaineita 150 000 tonnia.

Sideaineen vaikutus päällysteen ominaisuuksiin ja kestävyYTEEN on merkittävä ja pienetkin sideaineen laatuvirheet voivat aiheuttaa laaja-alaisia vaikeuksia. Raakaöljypohjan laadunvaihtelujen, sideaineiden valmistusmenetelmien kehittymisen ja mahdollisten muiden öljynjalostusprosessissa tapahtuvien muutosten vaikutukset sideaineiden toimivuuteen olisi kyettävä hallitsemaan. Mahdolliset haitalliset vaikutukset olisi todettava mahdollisimman varhain.

Tie- ja vesirakennushallituksen rakennusosasto teetti tämän raportin jonka tavoitteena oli selvittää sideaineiden laadunvarmistuksessa käytettyjä menetelmiä sekä tapoja laadunvarmistuksen edelleenkehittämistä varten. Työssä toimi konsulttina Insinööritoimisto Öljytuoteneuvonta. Työtä ohjasi seurantatyöryhmä, jonka puheenjohtajana toimi dipl. ins. Erkki Matilainen sekä jäsenenä ins. Seppo Lehtonen tienrakennustoimistosta ja tstoins. Mats Reihe kunnossapitotoimistosta.

SISÄLLYSLUETTELO

- i tiivistelmä
- ii kuva- ja taulukkoluettelo
- iii laatutermien selitykset

	Sivu
1. Johdanto.....	1
2. Sideaineen ominaisuudet ja niiden merkitys.....	2
2.1 Bitumin mekaaniset ominaisuudet.....	3
2.2 Bitumin kemialliset ominaisuudet.....	6
2.3 Bitumin toiminnalliset ominaisuudet.....	9
2.31 Käsitteiden hierarkia.....	9
2.32 Koheesio.....	11
2.33 Reologiset ominaisuudet.....	12
2.34 Murtuvuusominaisuudet.....	12
2.35 Säänkestävyys- ja vanhenemisominaisuudet.	13
2.36 Tarttuvuusominaisuudet.....	13
2.37 Turvallisuus- ja työhygieniaominaisuudet.	15
2.4 Bitumiöljyn toiminnalliset ominaisuudet..	16
2.41 Toiminnalliset ominaisuudet.....	16
2.42 Bitumiöljyn laatuvaatimusten merkitys ja tarkoituksenmukaisuus.....	18
2.5 Bitumiliuosten ja -emulsioiden toiminnalliset ominaisuudet.....	19
2.6 Laatuvaatimuksissa käytettyjen ominai- suuksien merkitys ja tarkoituksenmukai- suus.....	19
2.61 Lajimerkinnät.....	19
2.62 Ominaisuusparametrien käyttö laatuvaati- muksissa.....	20
2.63 Tunkeuma.....	21
2.64 Pehmenemispiste.....	21
2.65 Murtumispiste.....	22
2.66 Venymä.....	22
2.67 Viskositeetti.....	22
2.68 Ohutkalvokoe.....	23
2.69 Liukoisuus, lämmityspainohäviö ja leimahduspiste.....	23
2.7 Bitumin laadun merkitys päällysteen kestävyydelle.....	27
3. Tekniset laatuvaatimukset.....	33
3.1 Laatuvaatimusten tarkoitus.....	34
3.2 PTL:n ehdotus yhteispohjoismaisiksi laatuvaatimuksiksi.....	34
3.21 Tausta.....	34
3.22 PTL:n laatuvaatimusten status.....	35
3.23 PTL:n laatuvaatimusten rakenne.....	35
3.24 Laatuominaisuuksien ja vaatimuservojen perusteet.....	36

3.3	PTL:n vaatimusten soveltaminen eri Pohjoismaissa.....	38
3.31	Suomi.....	38
3.32	Ruotsi.....	38
3.33	Norja.....	40
3.34	Tanska.....	40
3.4	Saksan Liittotasavallan laatuvaatimukset..	40
3.5	Ranskan laatuvaatimukset.....	42
3.6	Englannin laatuvaatimukset.....	43
3.7	Sveitsin laatuvaatimukset.....	44
3.8	USA:ssa ja Kanadassa käytetyt laatuvaatimukset.....	44
3.81	Lajiluokitus viskositeetin perusteella....	45
3.82	Lajiluokitus ohutkalvokokeen jälkeen määrättävillä ominaisuuksilla.....	46
3.83	Tunkeumaan perustuva lajiluokitus.....	46
3.9	Eri maissa käytettyjen laatuvaatimusten vertailu.....	47
4.	Raakaöljyyn ja valmistusmenetelmään perustuvat laatukriteerit.....	52
5.	Eräitä laadunvarmistusjärjestelmiä.....	55
5.1	Neste Oy:n laatujärjestelmä.....	56
5.2	AB Nynäs Petroleumin laatujärjestelmä.....	57
5.3	Urakoitsijoiden laatujärjestelmä.....	58
5.4	Ruotsin tielaitoksen laatujärjestelmä.....	59
5.41	Toimittajan normianalyysit.....	59
5.42	Väg och Trafik Institutin (VTI) analyysit.....	59
5.43	Tarkastus- ja valvontakäynnit.....	59
5.5	Menettelytavat, kun tuote ei täytä laatuvaatimuksia.....	60
6.	Kehitystarpeet.....	61
6.1	Lähtökohta.....	62
6.2	Suunnittelulaatu.....	64
6.21	Toiminnalliset ominaisuudet.....	64
6.22	Laatuvaatimuksien luotettavuus.....	64
6.23	Laatuvaatimusten muutokset ja täydennykset.....	65
6.3	Tuottajan ja käyttäjän laatusuunnitelmat..	68
6.4	Selvitys- ja kehityskohteiden kokooma.....	69

TIIVISTELMÄ

Laadunvarmistus on kaikkien tuotteen käytettävyyteen vaikuttavien tekijöiden huomioonottamista. Laadunvarmistus alkaa siitä, että valmistajalla on käytävissä käyttötavan ja käyttökohteen tuotteelle asettamat laatuvaatimukset. Laadunvarmistus päättyy käyttäjän varmistumiseen siitä, että käytetty tuote on tarkoitettua laatua. Edellytyksenä koko toiminnalle on, että on olemassa luotettavat menetelmät mitata laatua.

Bitumin sideaineen toiminta voidaan kuvata seuraavilla todellisilla aineominaisuuksilla:

- viskositeetti
- jäykkyys
- murtuvuus
- vanheneminen
- tarttuvuus.

Viskositeetti kuvaa bitumin käyttäytymisen asfalttimassan valmistuksessa, levityksessä ja tiivistyksessä.

Päällysteessä esiintyvissä lämpötiloissa ilmaistaan bitumin jäykkyys tunkeumalla. Tunkeuma on empiirinen testi, joka ei suoraan kuvaa jäykkyyttä tai murtumisominaisuuksia. On kuitenkin voitu osoittaa, että tavanomaisilla bitumeilla tunkeuma ja tunkeuman lämpötilaherkkyys yhdessä kuvaavat riittävän tarkasti sekä bitumin jäykkyyttä että sen murtumisominaisuuksia.

Murtumispiste kuvaa bitumin jäykkyyttä alhaisissa lämpötiloissa. Menetelmän tarkkuus on huono.

Venymä ei nykyisessä muodossaan kuvaa bitumin todellista kestävyyttä.

Pehmenemispiste kuvaa bitumin jäykkyyttä kesälämpötiloissa.

Bitumin koveneminen ohutkalvokokeessa vastaa hyvin kovenemista, joka bitumissa tapahtuu massan valmistuksessa ja levityksessä. Päällysteessä tapahtuva koveneminen on yleensä vähäistä tiiviiden massatyyppien johdosta. Ei ole myöskään selvää aihetta epäillä, että laboratoriokoveneminen ei vastaisi luonteeltaan myös tiellä tapahtuvaa kovenemista. Kovettuneen bitumin suorituskykyä kuvaavat samat ominaisuudet kuin alkuperäisen bitumin. Bitumin kovenemistaipumus ja sen merkitys päällysteen kestäväyyteen on siten enustettavissa laboratoriokokeilla.

Bitumin tarttuvuus kiveen riippuu sekä bitumin että kiven ominaisuuksista ja voidaan testata vain simuloimalla veden vaikutus. Hyvä tarttuvuus sinänsä ei takaa päällysteen vedenkestävyyttä.

Laatuvaatimuksessa käytetyillä menetelmillä voidaan ilmaista bitumin toiminnalliset ominaisuudet käytännön tarpeita varten täysin riittävästi.

Nykyisissä bitumin laatuvaatimuksissa on puutteita. Keskeisin puute on se, että bitumin jäykkyyden lämpötilaherkkyys ei ole rajattu. Jäykkyyden lämpötilaherkkyydellä on merkitystä sekä korkeissa kesälämpötiloissa että varsinkin alhaisissa lämpötiloissa.

Bitumiöljyn ominaisuuksia alhaisissa lämpötiloissa eivät nykyiset laatuvaatimukset kuvaa riittävästi. Bitumiöljyn laatuvaatimusten kehittäminen vaatii bitumin reologisten ominaisuuksien tutkimista.

Nykyisten laatuvaatimusten rakenteen periaate on oikea. Tarkoituksenmukaisuussyistä voidaan - kuten on ehdotettu - osa testejä siirtää ohutkalvokokeen jälkeen tehtäväksi, kunhan samalla huolehditaan kokonaisuuden säilymisestä.

Laadunvarmistus edellyttää, että tuottajan, välittäjän ja käyttäjän laatujärjestelmät ovat asianmukaiset ja kaikkien niiden tiedossa, jotka toimenpiteillään voivat vaikuttaa laatuun. Laatujärjestelmien kehittämistä varten on tässä raportissa kuvattu Ruotsin tielaitoksen, urakoitsijoiden ja bitumitoimittajien laatujärjestelmät. Kehittämistä vaatii vastaanottotarkastustoiminta, joka Suomessa nykyisellään tapahtuu pääasiassa urakoitsijoiden toimesta.

Raportin lopussa on koottu yhteen ne yksittäiset kehityskohteet ja -tarpeet, jotka selvityksessä ovat tulleet ilmi.

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

KUVA 2-1	Bitumin muodonmuutos kuormituksen alaisena
KUVA 2-2	Bitumin mekaanisten ominaisuuksien ilmaise- miseen käytetyt parametrit
KUVA 2-3	Bitumin kolloidirakenne
KUVA 2-4	Bitumin kemiallisen koostumuksen ja toiminnallisten ominaisuuksien hierarkia
KUVA 2-5	Sideaineen vaikutus asfalttimassan valmistuk- seen ja levitykseen
KUVA 2-6	Sideaineen vaikutus päällysteen ominaisuuksiin
KUVA 2-7	Päällysteen komponenttien suhteelliset vaiku- tukset päällysteen kestävyYTEEN
KUVA 3-1	Bitumin jäykkyyden ja kovenemisen kuvaamis- tapa erilaisissa laatuvaatimuksissa
KUVA 4-1	Tuottajan ja käyttäjän näkemykset bitumin raaka-ainevalinnasta
KUVA 6-1	Laadunvarmistusvaiheet ja kehitystarpeet
KUVA 6-2	Bitumin lajiluokitusehdotus
KUVA 6-3	Laadunvarmistuksen kehityskohteet

TAULUKKO 2-1	Bitumin laatuvaatimusominaisuuksien käyttötarkoitus
TAULUKKO 2-2	Bitumiliuosten laatuvaatimusominai- suuksien käyttötarkoitus
TAULUKKO 2-3	Bitumiemulsioiden laatuvaatimus- ominaisuuksien käyttötarkoitus
TAULUKKO 3-1	Tiebitumien laatuvaatimusominaisuuksia eri normeissa
TAULUKKO 3-2	USA:n ja Kanadan laatuvaatimuksia
TAULUKKO 3-3	Bitumiemulsioiden laatuvaatimus- perusteita

LAATUTERMIEN MERKITYS

Bitumiin ja asfalttipäällysteeseen liittyvät termit ovat Asfalttipäällystenormien mukaiset ja alalla yleisesti käytettyjä. Laatuun ja laatutekniikkaan liittyvät termit ja niiden merkitys noudattaa standardiehdotusta "SFS 4160 Laadunohjaussanasto". Koska käytetyt laatutermiit saattavat olla vähemmän tunnettuja ja niiden merkitys jossain määrin eroaa yleiskielestä, on seuraavassa annettu tärkeimpien laatutermien määrittely.

laatu	<p>Tuotteen tai palveluksen sopivuus käyttöön.</p> <p>Tuotteen laatua voidaan tarkastella ominaisuuksien ja tunnuksien kokonaisuuksien avulla.</p> <p>Valmistettujen tuotteiden laatua voidaan arvostella myös "suunnittelun laadun" ja "valmistuksen laadun" perusteella, ts. tuotteen suunnittelun ja valmistuksen tarkoituksenmukaisuuden ja asiallisuuden perusteella.</p>
laatupolitiikka	Yrityksen yleislinja, jota noudetaan myynnissä olevien hyödykkeiden laadulle asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Laatupolitiikka liittyy kaikkiin yrityksen toimenpiteisiin, joilla vaikutetaan ostajan käsitykseen yrityksen myymän tuotteen laatuun: tuotespesifikaatiosta tiedotustoimintaa. Yrityksen toiminta-ajatuksen liitetään usein maininta yrityksen laatutavoitteista.
laatutekniikka	Tieteellisten ja teknologisten keinojen sekä johtamismenetelmien soveltamista tavoitteen mukaisen laadun saavuttamiseksi hyväksyttävissä olevilla kustannuksilla.
laadunohjaus	Toimenpiteet, joiden avulla pyritään tuottamaan asiakkaan tarpeita ja odotuksia täyttäviä tuotteita. Laadunohjaus sisältää todellisen laadun mittauksen, vertaamisen vaatimustasoon ja toimenpiteen poikkeamien johdosta.
laadunvarmistus	Järjestelmä, jonka tarkoituksena on varmistaa ja osoittaa, että laadunohjaus toimii ja siihen liittyvät toimenpiteet suoritetaan tehokkaasti.

laadunvalvonta	Yleisnimitys erilaisille laaduntarkastustoimenpiteille.
laaduntarkastus	Laadun mittaaminen ja vertaaminen so- vittuihin vaatimuksiin, spesifikaatioon.
laadun vastaavuus	Tarkkuus, jolla tuote tai palvelu täyttää asetetut vaatimukset
laatusuunnitelma	Suunnitelma, jossa esitetään tiettyyn sopimukseen tai projektiin liittyvät erityiset laatua koskevat menettelytavat ja toimet.
suunnittelun laatu	Suunnittelun onnistuneisuus valmistuksen helppouden ja asiakkaan vaatimusten kannalta.
toimituksen laatu	Tuotteen laatu toimitushetkellä.
vastaanotto- tarkastus	Vastaanottajan suorittama toimitus- valmiin tai käyttäjälle tulevan materiaalin tarkastus.

1. JOHDANTO

Tämän työn tavoitteena on ollut selvittää bitumin laadunvarmistuksessa käytettyjä menetelmiä ja tapoja laadunvarmistuksen kehittämistä varten. Työ on tehty TVH:n tilauksesta.

Raportti koostuu kolmesta osasta.

Luvussa 2 kuvataan bitumin ominaisuudet ja tarkastellaan miten laatuvaatimuksissa käytetyt testit pystyvät kuvaamaan bitumia ja edelleen päällysteen kestävyyttä.

Luvuissa 3...5 tarkastellaan eri maissa käytössä olevia teknillisiä laatuvaatimuksia, valmistusohjeita ja laatujärjestelmiä.

Luvussa 6 kootaan lopuksi yhteen selvitäksessä tulleet kehitystarpeet.

2. SIDEAINEEN OMINAISUUDET JA NIIDEN MERKITYS

Sivu

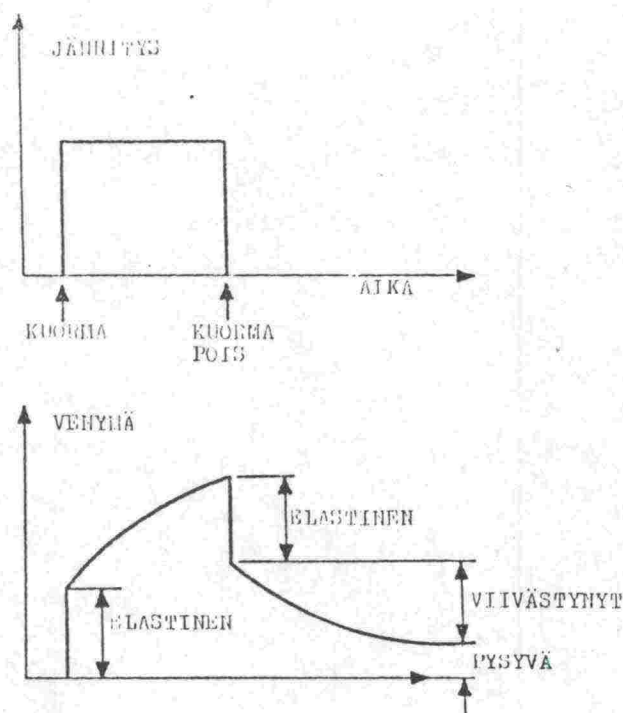
2.1	Bitumin mekaaniset ominaisuudet.....	3
2.2	Bitumin kemialliset ominaisuudet.....	6
2.3	Bitumin toiminnalliset ominaisuudet....	9
2.4	Bitumiöljyn toiminnalliset ominaisuudet	16
2.5	Bitumiliuosten ja -emulsioiden toiminnalliset ominaisuudet.....	19
2.6	Laatuvaatimuksissa käytettyjen ominaisuuksien merkitys ja tarkoituksenmukaisuus.....	19

2.1 Bitumin mekaaniset ominaisuudet

Bitumi on viskoelastinen aine. Bitumia kuormitettaessa riippuu muodonmuutos paitsi kuorman suuruudesta myös kuormitusajasta. Bitumi reagoi sitä "pehmeämmän" aineen tavoin mitä pitempi on kuormitusaika. Bitumi on myös termoplastinen ts. bitumin jäykkyyteen - kovuuteen - vaikuttaa suuresti lämpötila. Bitumilla ei kuitenkaan ole varsinaista sulamispistettä, se pehmenee jatkuvasti lämpötilan noustessa.

Alhaisissa lämpötiloissa ja nopeilla kuormituksilla bitumi reagoi elastisesti. Kuorma aiheuttaa tietyn muodonmuutoksen (ja jännitystilän), mutta muoto palaa ennalleen, kun kuorma poistetaan. Pitemmillä kuormitusajoilla bitumi virtaa, siinä tapahtuu myös pysyvää muodonmuutosta, bitumi reagoi viskoosisesti.

KUVA 2-1 BITUMIN MUODONMUUTOS KUORMITUKSENALAISENA



Bitumissa tapahtuvan viskoosisen ja elastisen muodonmuutoksen suhde riippuu bitumilajista (penetraatioluokasta), lämpötilasta ja kuorman vaikutusajasta. Korkeissa lämpötiloissa, pehmenemispisteen yläpuolella bitumi on neste. Lämpötilan laskiessa alkaa bitumi reagoida kuormitukseen myös elastisesti, so. osa muodonmuutoksesta on palautuvaa. Mitä lyhyempi on kuormitusaika sitä suurempi on elastisen muodonmuutoksen osuus.

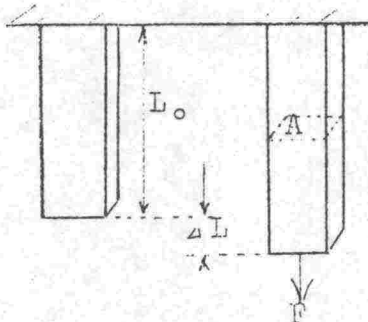
Tavallinen tiebitumi B80 on neste 60°C :n lämpötilassa, nk. newtoninen neste yleensä vasta korkeammissa lämpötiloissa. Lämpötilassa $+20^{\circ}\text{C}$ bitumi B80 on täysin elastinen, jos kuormitus aika on hyvin lyhyt, alle 10^{-3}s . Tunteja kestäväällä kuormitusajalla bitumi B80 on täysin elastinen vasta -30°C :n lämpötiloissa. Lämpötilan pysyessä samana bitumin koventaminen (tunkeuma-arvon pienentäminen) lisää elastisen muodonmuutoksen osuutta ja pehmentäminen viskoosisen muodonmuutoksen osuutta.

Asfalttipäällyste reagoi kuormitukseen samalla tavalla kuin bitumi, ts. asfalttipäällysteen jäykkyys riippuu lämpötilasta ja kuormitusajasta. Asfalttipäällysteen jäykkyys on kuitenkin huomattavasti suurempi kiviainesrungon takia. Kiviainesrunko lukitsee asfalttimassan niin, että tarvitaan tietty kuormitus ennen kuin viskoosista muodonmuutosta pääsee tapahtumaan. Vasta kun tämä rajajännitys ylitetään, syntyy viskoosista, palautumatonta muodonmuutosta. Asfalttimassa voi lukkiutua uudelleen tietyn muodonmuutoksen jälkeen korkeammalle tasolle. Muodonmuutoksen jatkumiseen tarvitaan silloin suurempi kuormitus tai korkeampi lämpötila.

Bitumin mekaanisten, reologisten ominaisuuksien kuvaamiseen käytetyt parametrit on esitetty kuvassa 2-2.

KUVA 2-2 BITUMIN MEKAANISTEN OMINAISUUKSIEN
ILMAISEMISEEN KÄYTETYT PARAMETRIT

VETOKUORMITUS



L_0 = alkuperäinen pituus
 ΔL = pituuden muutos
 $\Delta L/L_0$ = suhteellinen muutos

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{dL}{L} \ln(1+\delta) = \text{venymä}$$

$\epsilon \approx \delta$ jos $\delta < 10\%$

F = voima

A = poikkipinta-ala

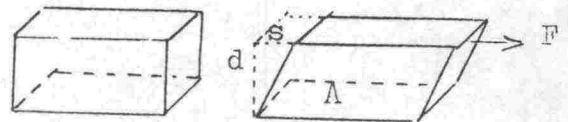
$F/A = \sigma$ = vetojännitys

$E/\epsilon = S$ = jäykkyysmoduli

ν = Poissonluku $\approx 0,5$

$S = 2G(1+\nu) \approx 3G$

LEIKKAUSKUORMITUS



d = paksuus

s = muodonmuutos

$\gamma = s/d$ = leikkausvenymä

F = voima

A = pinta-ala

$F/A = \tau$ = leikkausjännitys

$G = \tau/\gamma$ = leikkausmoduli

$S = 3G$ bitumilla

t = aika

$d\gamma/dt$ = leikkausnopeus

$\frac{\tau}{d\gamma/dt} = \eta = \text{dynaaminen viskositeetti}$

Jäykkyysmoduli: $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa} = 1 \times 10^{-6} \text{ No/mm}^2 =$
 $1 \times 10^{-5} \text{ kp/cm}^2$

Dynaaminen viskositeetti: $1 \text{ Pas} = 10 \text{ P} = 1 \times 10^3 \text{ cP}$

Kinemaattinen viskositeetti: $1 \text{ mm}^2/\text{s} = 1 \text{ cSt} = 10^{-2} \text{ St}$

Kinemaattinen viskositeetti = tiheys \times dynaaminen viskositeetti

Pa = pascal (jännitys)

Pas = pascalsekunti (viskositeetti)

P = poisi

cP = senttipoisi

st = stoki

cst = senttistoki

2.2

Bitumin kemialliset ominaisuudet

Bitumi koostuu suurimolekyyllisistä hiilivedyistä. Bitumi sisältää kemiallisesti sitoutunutta rikkiä 1...6 p-% ja pieniä määriä happea, typpeä ja metalleja.

Kemiallinen koostumus on hyvin monimutkainen eikä sitä koskaan pystytty selvitämään. Bitumin rakennetta on selvitetty jakamalla se liukoisuuden, polarisuuden, reaktiivisuuden ja molekyylipainon perusteella komponentteihin. Tavallisinta on jakaa bitumi seuraaviin komponentteihin.

Asfalteenit; bitumin suurimolekyyllisin osa, joka ei liukene pienmolekyyllisiin suoraketjuisiin hiilivetyihin esim. n-heptaaniin. Erotettuna asfalteenit ovat mustaa haurasta ainetta. Tiebitumien asfalteenimäärä vaihtelee 7...20 p-%:iin.

Malteenit; asfalteenien erottamisen jälkeen jäävä osa.

Hartsit; erotetaan malteeneista kromatograafisesti. Ne ovat olomuodoltaan tummanruskeita ja "hartsimaisia". Hartsit voidaan jakaa vielä alaryhmiin. Hartsien osuus tiebitumeissa on 40...60 %.

Öljyosa: Öljymäinen aine, joka jää jäljelle kun hartsit ja asfalteenit on erotettu. Sen osuus vaihtelee 30...50 %.

ASTM:n mukaisessa komponenttianalyysissä kutsutaan öljyosaa tyydytetyiksi komponenteiksi (saturates).

Lähinnä pehmeitä hartseja vastaavaa jaetta kutsutaan nafteeniaromaateiksi ja kovia hartseja vastaavaa jaetta polaariaromaateiksi.

Rostlerin mukaisessa analyysissä jaetaan bitumi asfalteeneihin ja sitten kemiallisen reaktiokyvyn mukaan emäksiin, 1. happojohdannaisiin ja 2. happojohdannaisiin sekä parafiineihin (reagoimattomiin).

Bitumin komponenttien suhteista on muodostettu erilaisia koostumusindikaattoreita, joilla on pyritty selittämään päällysteen kestävyyttä. Tällaisia indikaattoreita ovat mm:

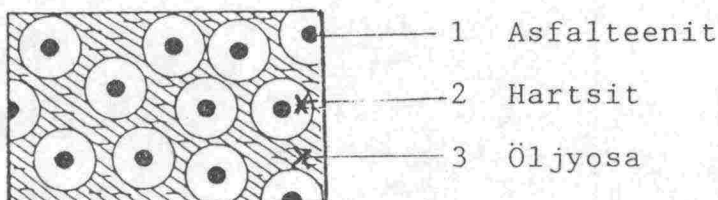
$$\text{hartsit-asfalteenisuhde} = \frac{\text{hartsit p-\%}}{\text{asfalteenit p-\%}}$$

$$\text{Rostler-parametri} = \frac{\text{typpiämäkset} + 1.\text{happojohdannaiset}}{\text{parafiinit} + 2.\text{happojohdannaiset}}$$

Komponenttianalyysissä bitumi jaetaan "keinotekoisesti" ryhmiin, joiden keskimääräiset ominaisuudet ovat erilaisia. Komponenttien leikkausrajat ja komponenttien keskinäiset määrasuhteet riippuvat käytetystä menetel-

mästä. Esimerkiksi eräs Nesteen bitumi B80 sisälsi 13,3 p-% heptaanasfalteenejä. Kun asfalteenit saostettiin pentaanilla, saatiin määräksi 24,4 p-% (1). Asfalteenit eivät siis ole mikään erillinen molekyyliryhmä bitumissa. Samoin on laita hartsien ja öljyosan suhteen.

Bitumin ominaisuudet riippuvat olennaisesti asfalteenien, hartsien ja öljyosan luonteesta ja myös niiden suhteellisista osuuksista. Yksinään jonkin komponentin määrä tai määräsuhde - kuten hartsi/asfalteeni-suhde - ei selitä täydellisesti bitumin käyttäytymistä. Komponenttien kemiallinen koostumus ja -rakenne vaikuttavat myös. Bitumin koostumuksen ja fysikaalisten ominaisuuksien välille ei ole edellä olevista syistä löydetty yksiselitteistä yhteyttä.



KUVA 2-3 BITUMIN KOLLOIDIRAKENNE

Oheinen kuva esittää kaaviota bitumin kolloidirakenteesta. Kolloidi on liuoksen ja dispersion välimuoto, aine on jakautunut toiseen aineeseen molekyylidikimppuina tai suurmolekyyleinä. Tämän mallin mukaan asfalteenit muodostavat molekyyliryhmiä, misellejä, jotka hartsien välittämänä ovat jakautuneena öljyosaan.

On huomattava, että kysymys on malleista, joilla voidaan selittää bitumin mekaanista käyttäytymistä. Muidenkin malleja on olemassa, eräät tutkijat ovat jopa asettaneet kyseenalaiseksi asfalteenien olemassaolon (2).

Erilaisissa käsityksissä ei sinänsä ole mitään selittämätöntä. Yksi ja sama bitumi voi olla tilassa, jossa kolloidirakennetta ja asfalteenimisellejä ei todeta, ja myös tilassa, jossa kolloidirakenne on hyvin kehittynyt. On myös bitumeja, joilla ei lainkaan ole voitu todeta kolloidirakennetta, oikeammin sanottuna ei todeta mekaanisia ominaisuuksia, jotka viittaisivat kol-

1. NVF Rapport N:o 11, 1983

2. Asphalteenes where you are;
AAPT, VOL 49, 1980, p.123

loidiluonteeseen. Asia tulee ymmärrettäväksi, kun muistetaan, että mitään erillistä asfalteenifaasia ei ole bitumissa: liuottimella saostettuja raskaimpia aineosia vain kutsutaan asfalteeneiksi. Nämä nk. asfalteenit ja/tai muut aineosat muodostavat kolloidimisellejä tietyn lämpötilan alapuolella.

Riittävän korkeassa lämpötilassa - tavallisilla tiebitumeilla + 20°C - + 60°C yläpuolella kovuudesta riippuen - kaikki aineosat ovat liuenneina ja bitumi on homogeeninen neste. Lämpötilan laskiessa alkavat suurimmat ja monimutkaisimmat molekyylit yhtyä, "saostua" ryhmiksi ja muodostavat siten nk. asfalteenimisellejä, jotka "uivat" loppuosassa bitumia; syntyy kolloidinen liuos. Bitumin mekaaniset ominaisuudet muuttuvat viskoosisista viskoplastisiksi ja edelleen viskoelastisiksi. Lämpötilan edelleen laskiessa misellimäärä kasvaa ja misellit alkavat yhtyä misellikimpuiksi. Bitumi saa yhä enemmän elastisia ominaisuuksia.

Misellien ja miselliryhmien määrän lisäksi bitumin mekaanisiin ominaisuuksiin vaikuttaa jatkuvan faasin, öljyosan viskositeetti ja viskositeetin lämpötilariippuvuus sekä mahdollisesti mukana olevien vahojen määrä.

Suurimpien molekyylilien - asfalteenien - saostuminen asfalteenimiselliksi ja edelleen misellikimpuiksi riippuu

- lämpötilasta
- asfalteenien liukenemiskyvystä
- malteeniosan liuotuskyvystä

Asfalteenien liukenemiskyky riippuu niiden kemiallisesta rakenteesta (raakaöljy, valmistusprosessi) ja lämpötilasta. Samat tekijät vaikuttavat malteeniosan liuotuskykyyn.

Jos malteenifaasi on sama, voidaan asfalteenimäärän perusteella jossain määrin ennustaa misellien syntymistä. Jos malteenien kemiallinen luonne vaihtelee, ei asfalteenimäärä yksinään selitä mitään. Jos asfalteenimäärä ja asfalteenien kemiallinen luonne pysyy vakiona, voidaan malteenien kemiallisella luonteella esim. aromaattipitoisuudella jossain määrin selittää bitumin ominaisuuseroja. Bitumista toiseen siirryttäessä muuttuvat kaikki edellä mainitut tekijät toisistaan riippumatta.

Edellä olevasta johtuu se, että bitumin kemialliset parametrit kuten hartsi-asfalteeni-suhde tai malteenien aromaattipitoisuus eivät ole yleispäteviä laatuindikaattoreita. Niiden osumistarkkuus on huono.

2.3 Bitumin toiminnalliset ominaisuudet

2.31 Taustaa ja käsitteiden merkityksen hierarkia

Kemiallinen koostumus määrää aineen kaikki ominaisuudet, niin mekaaniset lujuusominaisuudet kuin myös kemiallisen reaktioherkkyyden.

Päällysteessä bitumi joutuu erilaisten rasitusten kohteeksi. Mekaanisten rasitusten alaisena bitumi venyy tai vanuu ja lopulta murtuu. Ajan myötä bitumissa tapahtuu vanhenemista, kemiallisia tapahtumia. Bitumi hapettuu ja sen sisäinen rakenne muuttuu, järjestyy uudelleen. Nämä johtavat aina myös mekaanisten ominaisuuksien muuttumiseen.

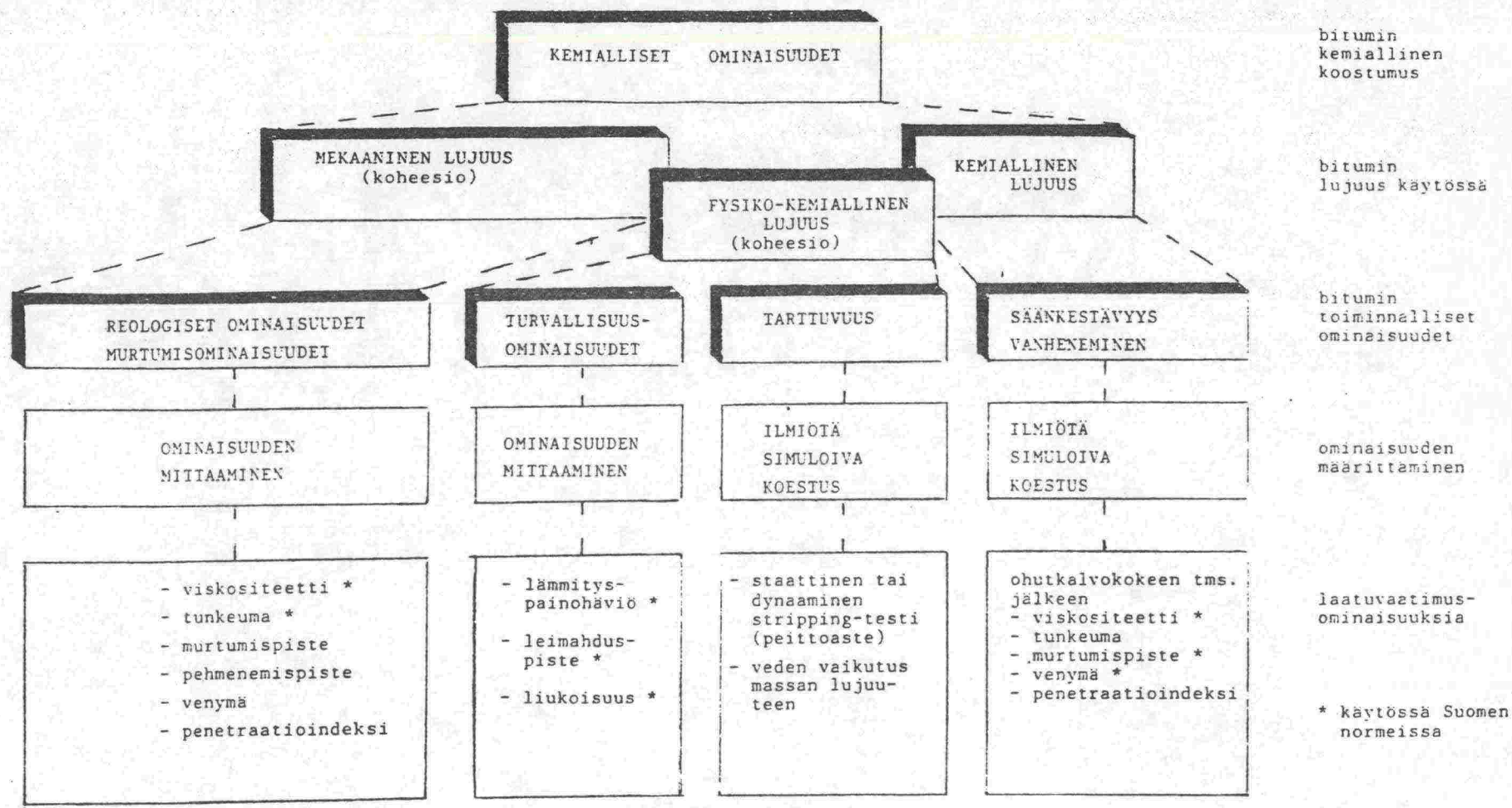
Aikojen kuluessa on kehitetty empiirisiä testejä, joilla on pyritty kuvaamaan erilaisia rasitustilanteita ja ilmiöitä. Kun nämä eivät kuvanneet riittävän tarkasti, kehitettiin uusi testi samaa tarkoitusta varten. Näin syntyi se moninainen empiiristen testien valikoima, joista tekniset laatuvaatimukset on pantu kokoon.

Kun empiirisillä testeillä ei aina ole onnistuttu täysin selvittämään bitumin käyttäytymistä, joko testien puutteellisuuden tai tulosten tulkintavirheiden johdosta, on näiden rinnalla soveltuvuusselvityksissä käytetty koostumukseen liittyviä kokeita tai käsitteitä kuten komponenttianalyysi ja koheesio.

Viime aikoina on alettu puhua bitumin toiminnallisista ominaisuuksista. Näillä ymmärretään kaikkia niitä bitumin ominaisuuksia, jotka vaikuttavat bitumin käyttöön tai päällysteen kestävyYTEEN. Toiminnalliset laatuvaatimukset perustuvat bitumin toiminnallisille ominaisuuksille ja antavat näille raja-arvot.

Bitumin ominaisuuksia ja suorituskykyä koskevassa keskustelussa puhutaan usein ristiin kemiallisesta koostumuksesta ja kestävyYdestä, koheesiosta ja lujuudesta, laatuvaatimuksista suorituskyvystä. Tämä on välttämättä johtanut eri käsitteiden sisällön hämärtymiseen ja sitä kautta väärin tulkintoihin. Käsitteiden selventämiseksi ja vakiinnuttamiseksi on kuvassa 2-4 tehty ehdotus edellä mainittujen termien merkityksen hierarkiseksi järjestelmäksi.

KUVA 2-4. Bitumin kemiallisen koostumuksen ja toiminnallisten ominaisuuksien hierarkia



Kemiallinen koostumus: Kaikki ominaisuudet niin mekaaninen kuin kemiallinenkin lujuus on aineen koostumuksen funktio.

Bitumin lujuus käytössä: Bitumin käyttökelpoisuus - suorituskyky - riippuu mekaanisesta lujuudesta, fyysikokemiallisesta lujuudesta (esim. pintajännitys ja höyrynpaine) ja taipumuksesta kemiallisiin reaktioihin.

Toiminnalliset ominaisuudet: Toiminnallisia ominaisuuksia ovat ne bitumin aineominaisuudet, jotka liittyvät bitumin käyttöön tai päällysteen kestävyYTEEN.

Ominaisuuden määrittäminen: Bitumin toiminnallinen ominaisuus voidaan joko suoraan mitata tai sitten on matkittava rasiustapahtumaa ja katsottava mitä tapahtuu. Matkiminen - simulointi - on ainoa mahdollisuus silloin, kun ilmiötä tai siihen vaikuttavia tekijöitä ei tunneta riittävästi tai kun on useampia vaikuttavia osapuolia. Kun ei tunneta mistä bitumin komponenteista ja millä tavalla säänkestävyys riippuu, määritetään säänkestävyys ilmiötä simuloivalla kokeella ja vaatimisarvo kohdistetaan kokeen tulokseen. Tarttuvuuden suhteen on tilanne sama kuin säänkestävyyden. Tarttuvuuteen vaikuttavat lisäksi kiven ominaisuudet, joten tarttuvuus on joka tapauksessa selvitettävä simuloimalla veden vaikutusta.

Laatuvaatimusominaisuudet: Nämä ovat ominaisuuksia, joista laatuvaatimukset on pantu kokoon ja joille vaatimisarvot annetaan. Ideaalisessa tapauksessa laatuvaatimusominaisuudet olisivat yhteneväiset toiminnallisten ominaisuuksien kanssa. Bitumien ominaisuuksia kuvataan vielä paljolti empiirisillä testeillä. Näille on muodostunut kokemuksen kautta raja-arvot, jotka ilmaisevat käyttökelpoisuutta. Laatumäärittelyssä käytetään toki myös todellisia aineominaisuuksia kuten viskositeettia.

2.32 Koheesio

Koheesio on aineen molekyylien välillä vallitsevien veto- ja työntövoimien yhteisvaikutus. Koheesio määrittää aineen mekaaniset ja fysikaalis-kemialliset ominaisuudet kuten murtolujuuden, jäykkyysmodulin, viskositeetin, pintajännityksen, kiehumispisteen jne.

Kun sideaine voi päällysteessä "antaa periksi" eri tavoilla, käytetään lujuuden kuvaamiseen erilaisia lujuusparametrejä (esim. viskositeetti) tai lujuusindikaattoreita (esim. tunkeuma). Lujuusindikaattoreiden herkkyyys ja tarkoituksenmukaisuus voi vaihdella suuresti.

Tämän kirjoittajalle on kirjallisuuden ja eri asiantuntijoiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella muodostunut käsitys, että koheesio ei ole sellainen riippumaton ominaisuus, joka voisi muuttua näkymättä jossakin lujuusparametrissa tai -indikaattorissa.

Laadunohjauksen ja -varmistuksen kannalta on kysymys siitä onko käytettävissä oikeat ja riittävät lujuusilmaisiset kutakin rasiustapahtumaa varten.

Bitumin koheesiota ei voi mitata. Laatuvaatimukset tulee perustua mitattaville ominaisuuksille.

2.33 Reologiset ominaisuudet

Bitumin pumppauksessa ja ruiskutuksessa sekä massan sekoituksessa, levityksessä ja tiivistyksessä ovat määrääviä tekijöitä viskositeetti ja viskositeetin lämpötilariippuvuus.

Päällysteessä esiintyvissä lämpötiloissa on muodonmuutosvastuksen kannalta ratkaisevaa bitumin jäykkäysmoduli ja tämän lämpötilariippuvuus.

Laatuvaatimuksissa bitumin jäykkyyttä ilmaisevat pehmenemispiste, tunkeuma ja murtumispiste. Jäykkyyden lämpötilariippuvuutta ilmaisee penetraatioindeksi.

2.34 Murtuvuusominaisuudet

Päällysteen kestävyyyteen vaikuttavat mm. bitumin murtolujuus ja väsymislujuus.

Murtolujuus on merkitsevä alhaisissa lämpötiloissa ja voi tulla merkitseväksi korkeammissakin lämpötiloissa, jos kuormitus on hyvin nopea. Kesälämpötiloissa bitumin viskoosinen muodonmuutoskyky yleensä pystyy kompensoimaan jännitykset. Lämpötila-alue, jossa murtolujuus tulee kysymykseen, riippuu bitumin kovuusluokasta. Murtolujuus on alhaisissa lämpötiloissa kaikilla tavanomaisilla bitumeilla lähes yhtäsuuri.

Toistuvissa kuormituksissa väsyä bitumi ja murtumiseen tarvittava taipuma pienenee kuormituskertojen kasvaessa. Päällysteen väsymislujuus on siten yksi tärkeimmistä mitoituskriteereistä. Päällysteen väsymislajuuteen vaikuttavat ennenkaikkea bitumin kovuusluokka ja massan suhteutusarvot.

2.35 Säänkestävyys- ja vanhenemisominaisuudet

Bitumi muuttuu asfalttimassan valmistuksessa haihtumisen ja hapettumisen johdosta. Muutos aiheuttaa jäykkyyden kasvamisen - bitumin kovenemisen. Samalla muuttuu jäykkyyden lämpötilariippuvuus.

Bitumi kovenee myös valmiissa päällysteessä hapettumisen johdosta. Kovenemisnopeus on huomattavasti hitaampaa kuin massan valmistuksessa ja riippuu lämpötilasta ja päällysteen avoimuudesta ts. tyhjätilasta.

Bitumissa tapahtuu ajan myötä myös kovenemista, joka ei johdu kemiallisista reaktioista. Tämän kovenemisen aiheuttaa molekyylien uudelleen järjestäytyminen. Entinen rakenne palautuu bitumia kuumennettaessa tai kun bitumi uutetaan liuottimella. Bitumin kovuus palaa tällöin lähes alkuperäiseen arvoon. Bitumin kovenemista ajan myötä kutsutaan palautuvaksi struktuurikovenemiseksi.

Bitumin kovenemisherkkyyttä kuvataan ohutkalvokokeella tai vastaavilla tapahtumaa simuloivilla kokeilla.

2.36 Tarttuvuusominaisuudet

Bitumin ja kiviaineksen välisen tarttuvuuden selittämiseksi on muodostettu useita teorioita. Kun tarttuvuus ja päällysteen vedenkestävyys ovat keskeisiä kysymyksiä, käsitellään seuraavassa aluksi nämä teoriat. Tällä pyritään antamaan kuva tarttuvuusilmiön monitahoisuudesta.

Mekaanisen tarttuvuusteorian mukaan tartunta syntyy siten, että bitumi tarttuu mekaanisesti kivirakenteeseen, jolloin kiviaineksen pintastruktuuri ja huokoisuus ovat hyvin merkitseviä tekijöitä. Mekaaninen tarttuvuus vaikuttaa ilmeisesti aina päällysteen vedenkestävyyteen.

Molekyylien orientoitumisteorian mukaan järjestyvät bitumin molekyylit kivipinnan ionien vaikutuksesta siten, että ne tyydyttävät kivipinnan energiatarpeen. Tämä teoria ei ole saavuttanut kaikkien tutkijoiden kannatusta.

Kemiallinen reaktio -teorian mukaan tapahtuu bitumin ja kiven molekyylien välillä kemiallisia reaktioita. Teoriaa on kritisoitu sillä perusteella, että bitumin ja kivenvälisiä reaktiotuotteita ei ole kyetty osoittamaan. Toisaalta teoriaa tukee se, että yleensä tarttuvuusongelmia on vähemmän emäksisten kiviainesten kanssa ja että happamat lisäaineet parantavat tarttuvuutta juuri emäksisten kiviainesten kanssa. Päinvastaisiakin tuloksia on kyllä todettu.

Termodynaamisen teorian mukaan tarttuvuus on termodynaaminen ilmiö. Bitumin tarttuminen tai vastaavasti irtoaminen merkitsee muutosta systeemin vapaassa energiassa. Systeemi pyrkii tilaan, jossa vapaa energia on minimissään. Tämän teorian mukaan on polaarisisillä komponenteilla suuri merkitys. Mitä enemmän polaarisia komponentteja on bitumissa, sitä enemmän vapaa energia pienenee ja saavutetaan termodynaamisesti stabiilimpi tila, parempi tarttuvuus. Vastaavasti vesi, joka on polaarisempi kuin bitumi, pyrkii syrjäyttämään bitumin, koska tällöin siirrytään termodynaamisesti stabiilimpaan tilaan. Termodynaaminen teoria on yleisimmin hyväksytty tarttuvuutta selittävä malli.

Bitumin ja kiven välisessä tarttuvuudessa on kysymys molempien, sekä bitumin että kiven, ominaisuuksien yhteisvaikutuksesta. Tarttuvuus on lisäksi spesifiinen kullekin bitumi-kivi-kombinaatiolle. Bitumien tarttuvuus voidaan panna paremmuusjärjestykseen tietyn kiviaineksen suhteen, mutta järjestys ei ole välttämättä sama jonkin toisen kiviaineksen suhteen. Samoin on asia kiviainesten suhteen. Kiviainesten tarttuvuus vaihtelee ainakin yhtä paljon kuin bitumien tarttuvuus.

Tarttuvuutta ei voida määritellä bitumin jonkin ominaisuuden perusteella. Ei myöskään tunneta tarkkaan mitkä bitumin molekyylylityypit edesauttavat tarttumista.

Hyvä tarttuvuus on välttämätön, mutta ei riittävä ehto asfalttimassan vedenkestävyydelle. Jotta tartunta pääsisi syntymään, on bitumin "kostutettava" kivirakeen pinta. Tätä ei tapahdu, jos kivirakeiden pinta on peittynyt savimaisilla aineksilla tai vesiliukoisilla suoloilla. Kunnollista kostutusta ei myöskään pääse tapahtumaan, jos bitumin viskositeetti on liian korkea sekoitusvaiheessa. Päällysteen vedenkestävyys voi olla huono, vaikka tarttuvuus sinänsä olisi hyvä. Tarttuvuus ja asfalttimassan vedenkestävyys ovat siis erisisältöisiä käsitteitä.

Bitumin kyky kostuttaa kivirakenteen pinta riippuu bitumin ja kiven rajapintajännityksestä. Periaatteessa bitumin pintajännitys on siten toiminnallinen ominaisuus. Tavallisilla bitumeilla pintajännitys vaihtelee vähän, joten käytännössä pintajännityksellä ei ole vaikutusta. Lisäaineilla pintajännitystä voidaan muuttaa suuresti.

Tarttuvuus testataan tavallisesti nk. stripping-testillä. Tässä testissä tutkitaan kuinka suuri osa bituminoidusta kivipinnasta paljastuu veden vaikutuksesta. Muita menetelmiä ovat kivirakeiden kiinnipysyminen bitumikerroksessa ja tieteellisemmät tarttuvuusvoiman mittaus (Hallberg) ja kontaktikulman mittaus.

Päällysteen vedenkestävyys testataan tutkimalla miten vesi vaikuttaa päällysteen mekaaniseen lujuuteen. Yleisimmin käytettyjä ovat menetelmät, joissa määritetään koekappaleen puristuslujuus kuivana ja märkänä kuten esim. Marshall-stabiliteetti, Hveem-stabiliteetti tai Hveem-koheesio. Useimpiin tällaisiin testeihin liittyy menetelmätekniillisiä vaikeuksia. Jos eri bitumeista tehtyjen päällysteiden vedenkestävyyttä mitataan menetelmällä, jossa vesisäilytys ja koestus tapahtuu korotetussa lämpötilassa, mitataan itse asiassa viskositeettieroja tarttuvuuden lisäksi.

PTL:n sideainekomitea on suositellut käytettäväksi rullapullokoetta ja halkaisuvetolujuuskoetta. Rullapullokoetta mittaa tarttuvuutta. Halkaisuvetolujuuskoetta mittaa myös pääasiassa tarttuvuutta, kun koetta tehdään PTL:n raportin (1) esittämällä tavalla, so. kiviaines pestään ja suhteitetaan. Jos halkaisuvetolujuuskoetta tehdään todellisella päällystekoe-kappaleella, on kysymyksessä päällysteen vedenkestävyys.

Kun päällysteen vedenkestävyys riippuu paitsi tarttuvuudesta myös suhteitustekijöistä ja ennen kaikkea sekoituksen onnistumisesta (kostutus ja peittoaste) tulisi vedenkestävyyden testaus kuulua päällystemassan suunnitteluun.

2.37 Turvallisuus- ja työhygieniäominaisuudet

Bitumi on hiilivetyseos, jolla on tietty lämpötilasta riippuva höyrönpaine. Bitumi palaa, kun se pääsee syttymään. Käyttöturvallisuuteen liittyy siten räjähdys- ja palovaara. Näitä kuvataan leimahduspisteellä.

Mekaaniset epäpuhtaudet vaikuttavat käyttövarmuuteen. Niiden määrä kuvataan liukoisuustestillä.

Kuumaa bitumia käsiteltäessä muodostuu bitumihuuruja, jotka ovat terveydelle haitallisia. Öljyhuurujen määrää kuvaa lämmityspainohäviö.

2.4 Bitumiöljyn toiminnalliset ominaisuudet

2.41 Toiminnalliset ominaisuudet

Bitumiöljyn käyttäytymisen päällysteen sideaineena kuvaavat samat viskoelastiset aineominaisuudet, jotka edellä on kappaleissa 2.1 - 2.3 kuvattu bitumin osalta. Bitumiöljy on hyvin pehmeä bitumi. BIÖ 6:n tunkeuma on luokkaa 600 ja BIÖ 4:n noin 800. BIÖ 2 on niin pehmeä, että sen tunkeumaa ei voi määrittää.

Bitumiöljyn suorituskyvyn kuvaavat siis

- viskositeetti ja tämän lämpötilariippuvuus
- jäykkyydmoduli ja tämän lämpötilariippuvuus
- murtumisominaisuudet

Laatuvaatimuksissa esiintyy näistä vain viskositeetti.

Viskositeetti ja sen lämpötilariippuvuus selittävät täysin BIÖ 2:n käyttäytymisen $+15^{\circ}\text{C}$:n lämpötilan yläpuolella. Viskositeetin avulla voidaan suorituskyky kuvata käytännön tarpeita varten riittävän tarkasti vielä huomattavasti $+15^{\circ}\text{C}$:n alapuolellakin.

BIÖ 2:lla alkaa viskositeetin selityskyky heikentyä, kun lämpötila laskee alle $-5...-10^{\circ}\text{C}$ (1). Kovemmissa bitumilajeilla tämä tapahtuu jo korkeammissa lämpötiloissa. Kuten bitumeilla oli asianlaita, tarvittaisiin bitumiöljylläkin jäykkyyttä ja jäykkyyden lämpötilaherkkyttä kuvaava testi.

Bitumiöljy "antaa periksi" pääasiassa virtaamalla, bitumiöljyssä tapahtuu viskoosinen muodonmuutos. Tämä muodonmuutos, so. päällysteen urautuminen ylittää useimmiten sallitun rajan ennenkuin murtuminen tapahtuu. Bitumiöljyn murtuvuusominaisuudet tulevat merkittäviksi vasta hyvin alhaisissa lämpötiloissa, BIÖ 2:lla tämä tapahtuu -25°C :n alapuolella (1). Vanhoissa öljysorapääällysteissä, joissa bitumiöljy on kovettunut, tapahtuu päällysteen vaurioita myös bitumiöljyn "murtumisen" johdosta.

Bitumiöljyllä on kaksi ominaisuutta, jotka tarkoituksella on tehty bitumista eroavaksi. Nämä ovat koveneminen valmistuksen ja levityksen yhteydessä ja sekoituvuus märkään kiviainekseen.

Bitumiöljy 2 sekoitetaan yleensä kylmän, märän kiviaineksen kanssa. Sekoittumisen onnistumiseksi alennetaan viskositeetti ohentimella. Ohennin haihtuu valmistuksen ja levityksen yhteydessä. Bitumiöljyn

1. Arvioitu bitumin viskoosisen muodonmuutoksen ja jäykkyydsluvun välisen riippuvuuden perusteella.

viskositeetti nousee ja öljysoran kestävyys lisääntyy. Päällysteeseen jäävän sideaineen tulee olla ja säilyä sopivan joustavana mahdollisimman kauan.

BIÖ 2:n tulisi siis olla mahdollisimman ohutta sekoituksessa, mutta riittävän jäykkää levityksen jälkeen. Näitä ominaisuuksia voidaan säätää ohentimen valinnalla tietyissä rajoissa. Kovin helposti haihtuvaa ei voida käyttää, koska tällöin leimahduspiste laskee. Ohennin ei saa myöskään haihtua kaikki sekoituksen ja levityksen aikana. Kivien on voitava hakea paikkaansa vielä liikenteen jyräyksen alaisena, jotta öljysorasta tulisi kestävä.

Bitumiöljyillä 4 ja 6 ei aina erityistä ohenninta ole lisätty, koska nämä bitumiöljylajit sekoitetaan kuumennettuun kiviainekseen. Näilläkin lajeilla tapahtuu kovenemista sekoituksessa.

Öljysoran kestävyys edellytyksenä on, että bitumiöljy syrjäyttää veden ja lian kiviaineksen pinnalta. Kylmäsekoituksessa on välttämätöntä lisätä bitumiöljyyn tartuketta. Tartukkeen vaikutuksesta bitumiöljy pystyy syrjäyttämään veden kiviaineksen pinnalta ja "pesemään" hienoaineksen ja lietteen kiven pinnalta. Tämä on välttämätöntä, jotta tartunta pääsisi tapahtumaan.

Vaikuttava tekijä on tartukkeellisen bitumiöljyn rajapintajännitys vettä vastaan. Rajapintajännitys riippuu tartukelajista ja määrästä sekä jossain määrin myös bitumiöljyn koostumuksesta.

Rajapintajännitys ei saa olla liian alhainen, koska tällöin on vaara, että bitumiöljy emulgoituu veteen liikenteen vaikutuksesta ja peseytyy pois öljysorapäällysteestä. Tästä syystä asfalttipäällystenormeissa on annettu alaraja rajapintajännitykselle.

Keski-Pohjanmaan piirissä suoritettut kokeet osoittivat, että huonolla kiviaineksella saadaan parempi kestävyys, jos rajapintajännitys on nykyistä vaatimustasoa alhaisempi.

2.42 Bitumiöljyn laatuvaatimusten merkitys ja tarkoituksenmukaisuus

Viskositeetti kuvaa bitumiöljyn käyttäytymisen valmistuksessa, levityksessä ja tiivistyksessä. Viskositeetin perusteella voidaan niinikään ennustaa öljysorapäällysteiden kestävyys alhaisia lämpötiloja lukuunottamatta.

Bitumiöljyn reologiaa ei juuri ole tutkittu alle $+25^{\circ}\text{C}$:n lämpötiloissa. Bitumiöljyn osalta puuttuu sekä perustieto että menetelmät ominaisuuksien kuvaamiseksi lämpötila-alueella, jossa bitumiöljy ei enää ole neste.

Ruotsissa on viskositeetin lisäksi seurattu bitumiöljyn jähmepistettä. Jähmepiste on lämpötila, jossa öljy ei enää omalla painollaan valu määrättyllä tavalla testattuna. Jähmepisteessä on öljyyn muodostunut parafiinikiteiden verkosto, joka sitoo öljyn.

Reologisesti jähmepistelämpötilan saavuttaminen merkitsee viskoosisten ominaisuuksien muuttumista viskoplastisiksi (kuten bitumilla 60°C :n alapuolella). Viskoplastisella nesteellä on staattinen lujuus suurempi kuin dynaaminen lujuus ts. virtausvastus on seisoneella nesteellä suurempi kuin sekoitetulla nesteellä. Tämän ilmiön merkitystä öljysoran kestävyydelle ei ole selvitetty.

Jakotislauksen tisle määrät ilmoittavat ohentimen haihtuvuutta. Tislemäärän selityskyky on huono.

Jakotislauksen tislausjäännöksen viskositeetti kuvaa viskositeettia, joka bitumiöljyllä on päällysteessä. Tislausjäännöksen viskositeettia käytetään ohjaamaan bitumiöljyn lopullista jäykkyyttä päällysteessä.

Jakotislauksen menetelmä on epätarkka ja menetelmällä saadaan usein vääriä tislauksia. Jakotislauksen tilalle tulisi kehittää parempi ja luotettavampi menetelmä.

Vesipitoisuus ilmaisee bitumiöljyn sisältämän veden määrän. Suuri vesipitoisuus voi aiheuttaa kuohumista.

Muiden laatuvaatimusominaisuuksien merkitys on sama kuin bitumilla.

2.5 Bitumiliuosten ja -emulsioiden toiminnalliset ominaisuudet

Bitumiliuoksissa ja -emulsioissa on viskositeetti alennettu käyttölämpötilan alentamiseksi liuottimen avulla tai emulgoimalla bitumi veteen.

Näiden tuotteiden käytössä on keskeisin toiminnallinen ominaisuus kuivumisnopeus tai murtumisnopeus (emulsiot). Emulsiolla on rajoitettu varastointiaika, joka siten kuuluu emulsioiden toiminnallisiin ominaisuuksiin.

Bitumiliuoksen kuivuessa tai emulsion murtuessa muodostuu lopullinen tuote, joka toimii sideaineena ja jolla on samat toiminnalliset vaatimukset kuin bitumilla.

2.6 Laatuvaatimuksissa esiittyvien ominaisuuksien merkitys ja tarkoituksenmukaisuus

2.61 Lajimerkinnot

Bitumit merkitään pohjoismaisissa normeissa kirjaimella B. Sen jälkeen tulee numerosarja, joka ilmaisee kovuusluokan.

Liuokset, bitumiöljyt ja emulsiot merkitään B kirjaimen lisäksi tuotetyyppejä kuvaavalla kirjaimella.

BL = bitumiliuos

BÖ = bitumiöljy

BE = bitumiemulsio

Liuokset ja bitumiöljyt luokitetaan 50°C:n viskositeetin perusteella. Tätä kuvaa numero, jonka suuruus kasvaa viskositeetin kasvaessa; 0 = ohut, 5 = paksu; esim. BLO, BL5.

Bitumiemulsiot voivat olla tyypiltään anionisia (emäksisiä) tai kationisia (happamia). Anioniset merkitään kirjaimella A. Kationisilla ei ole kirjainlyhennettä. Seuraava kirjain ilmaisee murtumisnopeuden: N = nopea, K = keskinopea, H = hidas ja S = sekoitus. Viimeisenä on numero, joka ilmaisee sen viskositeettitasen: 0 = ohut, 1 = paksu. Esimerkkejä: BE NO = kationinen, nopeasti murtuva, ohut bitumiemulsio (päällysteiden liimaus) BE AK1 = anioninen, keskinopeasti murtuva, paksu bitumiemulsio (vesieristykseen käytetty emulsio).

Pohjoismaiden ulkopuolella käytetään bitumien merkintään hyvin yleisesti kirjainta B. Viskositeetin perusteella luokitettujen bitumien lajimerkintä on AC. Tätä seuraa numerosarja, joka ilmaisee keskimääräisen viskositeetin 60°C yksiköissä 10^2 P. Esimerkiksi AC-2,5 = bitumi, jonka viskositeetti 60°C:ssa on $2,5 \cdot 10^2$ P = 250 P.

Bitumiliuosten ja -emulsioiden merkinnät vaihtelevat eri maiden normeissa.

2.62 Ominaisuusparametrien käyttö laatuvaatimuksissa

Laatuvaatimuksissa on käytetty kaikkiaan yli 40 erilaista testiä.

Suuri lukumäärä johtuu siitä, että samaa ominaisuutta kuvaamaan on kehitetty monta erilaista testiä joko aikaisempien testien heikkouksien takia tai henkilökohtaisista/kansallisista ambitiesyistä.

Merkillepantavaa on, että bitumin kemialliseen koostumukseen liittyviä testejä esiintyy laatuvaatimuksissa hyvin vähän.

Parafiinipitoisuus ja happoluku ovat lähes ainoat kemiallista koostumusta kuvaavat laatuvaatimuksissa esiintyvät testit, ja nekin näyttävät jäävän pois käytöstä. Tähän lienee syynä bitumin kemian moninaisuus ja siitä johtuva mahdollisuus tulla samantasoisin käyttöominaisuuksiin erilaisilla kemiallisilla koostumuksilla. Eräessä artikkelissa (3) on todettu, että vaikka analyysimenetelmät ja -laitteet ovat viimeisen vuosikymmenen aikana suuresti kehittyneet, ei näytä mahdolliselta, että kemialliset parametrit tulisivat saamaan suurempaa merkitystä laatuksiteereinä.

Bitumi on tietenkin pystyttävä tavalla tai toisella karakterisoimaan niin, että voidaan valita oikea tuote kuhunkin käyttökohteeseen. Eri puolilla on käynnissä bitumin mekaanisten ja kemiallisten ominaisuuksien merkitystä koskevia tutkimuksia. Suurimmat näistä ovat käynnissä USA:ssa ja Länsi-Saksassa. Panostus USA:ssa näihin tutkimuksiin on hyvin suuri.

Taulukoissa 2-1...2-3 on kuvattu tavallisimpien laatuvaatimuksissa esiintyvien testien käyttötarkoitus.

Laatuominaisuudet ovat tarkoituksenmukaisia, jos ne ovat toiminnallisia aineominaisuuksia tai on luotettavasti todettu, että on olemassa yhteys toiminnallisiin ominaisuuksiin. Laatuominaisuuden tulee riittävän herkästi pystyä osoittamaan muutokset ja määrittäislaitteistojen tulee olla luotettavia ja saatavissa kohtuukustannuksilla. Nykyisten laatuvaatimusten osalta tilanne on seuraava.

2.63 Tunkeuma

Tunkeuma ei ole varsinainen reologinen testi, mutta se ja sen lämpötilariippuvuus - penetraatioindeksi - ilmaisevat hyvin päällysteen kestävyyskannalta tärkeimmät ominaisuudet: jäykkyysmodulin ja tämän aika- ja lämpötilariippuvuuden. Yhteys on tavannomaisilla bitumeilla luotettava. Jäykkyysmodulin perusteella saadaan edelleen arvio bitumin murtumis- ja väsymisominaisuuksista.

Penetraatioindeksille ei ole vaatimuseroa nykyisissä laatuvaatimuksissa. PTL:n laatuvaatimusten perusteluihin sisältyi suositus, että penetraatioindeksin ei tulisi olla alle -1. Raja ei ole ehdoton. Penetraatioindeksin vaikutus päällysteen ominaisuuksille on suuri alhaisissa lämpötiloissa.

2.64 Pehmenemispiste

Pehmenemispiste on lämpötila, jossa bitumilla on jäykkyysmoduli n. $1,5 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ kuormitusajalla 30 s ja $9 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ kuormitusajalla 0,4 s sekä viskositeetti noin $1,3 \times 10^4$ P. Pehmenemispiste ilmaisee siis bitumin jäykkyyden lämpötila-alueella, joka on tunkeumamäärittelyn ja viskositeettimäärittelyn välillä.

Suomen normeissa ei ole vaatimusta pehmenemispisteelle, tyypillinen arvo on annettu.

2.65 Murtumispiste

Murtumispiste ilmaisee lämpötilan, jossa bitumin jäykkyysmoduli saavuttaa arvon $1 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, kun bitumin vetomurtolujuus on $3 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. Murtumispiste ilmaisee jäykkyyden kuormitusajalla, joka on suhteellisen pitkä liikenteen kuormitusaikaan nähden ja lyhyt lämpötilakuormitukseen nähden. Koska bitumien vetomurtolujuus on samaa suuruusluokkaa alhaisissa lämpötiloissa kaikilla tavanomaisilla bitumeilla, määrittyy murtumispiste tunkeuma-arvon ja penetraatioindeksin perusteella.

Murtumispistemäärityksen tarkkuus on huono menetelmäteknillisistä seikoista johtuen. Murtumispiste on kuitenkin ainoa alhaisten lämpötilojen testi nykyisissä normeissa.

2.66 Venymä

Venymätesti on eräs ristiriitaisimpia määrittämenetelmiä sideainetutkimuksissa. Kuitenkin venymä on tyyppillinen vetomurtolujuustesti, jollaisia yleisesti käytetään aineenkoetuksessa. Bitumin venymätesti suoritetaan niin, että suurin osa reologisesta informaatiosta häviää; vetovoimaa ei mitata, eikä suhteellista venymää saada tarkasti selville.

Venymätestin tulokseen vaikuttavat tekijät ovat monitahoisia ja tulokset siitä syystä vaikeita tulkita. Tulosten tulkinnanvaikeutta kuvaa mm. se, että eräissä tapauksissa päällysteen kestävyys todennäköisesti paranee bitumin venymän pienentyessä.

Venymätesti nykyisessä muodossaan ei ole tarkoituksenmukainen laatuominaisuus. Se ilmaisee kuitenkin suuret muutoksen bitumin reologisessa luonteessa ja sen säilyttäminen saattaa tässä mielessä olla paikallaan. Sitä ei kuitenkaan voida käyttää bitumin käyttökelpoisuuden määrittämiseen. Venymätestin käyttökelpoisuutta voidaan ilmeisesti parantaa suorittamalla koe alhaisemmassa lämpötilassa ja mittaamalla veto-voima.

2.67 Viskositeetti

Viskositeetti on toiminnallinen aineominaisuus. Viskositeetti kuvaa bitumin käyttäytymistä massan valmistuksessa, levityksessä ja tiivistyksessä.

2.68 Ohutkalvokoe

Bitumin kovenemisherkkyyttä mitataan ohutkalvokokeella. Koe suoritetaan 163°C lämpötilassa. Koe kuvaa hyvin niitä muutoksia, jotka tapahtuvat bitumissa asfalttimassaa valmistettaessa.

Ominaisuuksien muuttuminen jatkuu tiellä sään ja ajan vaikutuksesta. Tiellä lämpötila on huomattavasti alhaisempi kuin ohutkalvokokeessa. Lämpötilaeron perusteella on esitetty, että reaktiot ovat toisen tyyppisiä kuin ohutkalvokokeessa ja että reologiset ominaisuudet muuttuvat siten tiellä toisin kuin ohutkalvokokeessa. Yleisemmin sanottuna väitetään, että bitumin tiekovenemistä ei ylipäänsä ole mahdollista simuloida kiihdytetyllä laboratoriokokeella.

Toiselta puolen ovat reagoivat aineosat ja reaktiotyypit molemmissa tapauksissa samat. Ei tunneta energiakynnystä tai muuta syytä, jonka johdosta reaktiot olisivat erilaiset tiellä kuin ohutkalvokokeessa.

Ohutkalvokokeen ja tiekovenemisen aiheuttamista reologisista muutoksista on vähän tutkimuksia Suomen olosuhteissa. Asia on toki selvitettävissä.

2.69 Liukoisuus, lämmityspainohäviö ja leimahduspiste

Nämä ovat tarkoitukseen sopivia tuotteen puhtaus-, työhygieniä- ja turvallisuustestejä.

Liukoisuus ilmoittaa bitumin mekaanisten epäpuhtauksien määrää. Liukoisuus pienenee myös, jos tuotteen sa on bitumikarstaa, säiliön seinille ja lämmitysputkien pinnoille syntyvää hapettunutta bitumia, joka ei enää liukene.

Lämmityspainohäviö on bitumista ohutkalvokokeessa haihtuvan osan määrä. Mitä suurempi lämmityspainohäviö on, sitä enemmän bitumi kovenee ohutkalvokokeessa. Koveneminen on tarkemmin mitattavissa ja rajoitettavissa kovuustesteillä; tunkeuman pienenemisenä tai viskositeetin nousuna. Lämmityspainohäviön rajoittamisella pyritään nykyisin työhygienian ja ympäristönsuojelun tavoitteisiin.

Leimahduspiste on paloturvallisuustesti. Leimahduspistettä alhaisemmassa lämpötilassa ei bitumista yleensä haihdu niin paljon öljyhöyryjä, että ne voisivat syttyä. Poikkeuksena ovat bitumiin liuonneet hyvin kevyet hiilivedyt, jotka "karkaavat" näytettä käsiteltäessä eivätkä siten pääse vaikuttamaan leimahduspisteeseen. Kevyet hiilivedyt, joita leimahduspiste ei siis aina osoita, ovat turvallisuusriski jalostamalla, ei enää käyttökohteessa. Keveitä hiilivetyjä voi syntyä käyttökohteessa, jos bitumia ylikuumennetaan (yli 200°C).

TAULUKKO 2-1. BITUMIEN LAATUVAATIMUSOMINAISUUKSIEN
KÄYTTÖTARKOITUS

OMINAISUUS	MERKITYS
Tunkeuma, 25°C	lajiluokitus, bitumin jäykkyys, - päällysteen jäykkyys - kantavuus - deformaatio - pakkaskestävyys - kulutuskestävyys
Penetraatioindeksi	jäykkyyden (tunkeuman) lämpö- tilariippuvuus - päällysteen pakkaskestävyys - päällysteen deformaatio
Pehmenemispiste	bitumin pehmentyminen - päällysteen deformaatio
Murtumispiste	bitumin jäykkyys alhaisissa lämpötiloissa - päällysteen pakkaskestävyys
Venymä	merkitys epävarma
Viskositeetti, 60°C	bitumin jäykkyys 60°C:ssa - päällysteen jyräskäyttäytyminen - päällysteen deformaatio - pintaannousu
Viskositeetti, 135°C	sekoittuvuus
Leimahduspiste	paloturvallisuus, pal. nesteiden luokka
Lämmityspainohäviö	työhygienia, ympäristönsuojelu
Liukoisuus	puhtaustesti
Tiheys	bitumin tilavuus/massa-muutoslaskut
Ohutkalvokoe	massanvalmistuksessa tapahtuvan kovenemisen simulointi
Tunkeuman saanto	bitumin koveneminen (% alkuperäisestä tunkeumasta)
Viskositeetti 60°C ohutkalvokokeen jälkeen	bitumin koveneminen, bitumin viskositeetti päällysteessä - päällysteen jyräskäyttäytyminen - päällysteen deformaatio - pintaannousu
Murtumispiste ohutkalvokokeen jälkeen	bitumin koveneminen, bitumin jäykkyys alhaisissa lämpötiloissa - päällysteen pakkaskestävyys
Venymä ohutkalvokokeen jälkeen	merkitys epävarma

TAULUKKO 2-2. BITUMILIUOSTEN LAATUVAATIMUSOMINAISUUKSIEN
KÄYTTÖTARKOITUS

OMINAISUUS	MERKITYS
Viskositeetti	lajiluokitus, juoksevuus, käyttölämpötila
Tislemäärät	kuivumisnopeus, liuottimen laji
Tislausjäännöksen tunkeuma tai viskositeetti	liuoksessa käytetyn bitumin laji, kuivuneen liuoksen jäykkyys
Bitumiöljyn tislausjäännöksen viskositeetti	jäykkyys massan valmistuksessa ja tiellä tapahtuneen kovenemisen jälkeen
Tislausjäännöksen ominaisuudet	kuten vastaavat ominaisuudet bitumilla
Vesipitoisuus	puhtaus ja turvallisuus (1)
Leimahduspiste	paloturvallisuus, pal. nesteiden luokka
Tarttuvuustesti	liuoksen tarttuvuus ja kuivumisnopeus (2)

1. Bitumiöljy ja jäykät liuokset voidaan joutua kuumentamaan yli veden kiehumispisteen.
2. Liuosten tarttuvuustestit ilmaisevat menetelmästä riippuen kuivumisnopeutta, kuivumisnopeutta ja tarttuvuutta tai tarttuvuutta.

TAULUKKO 2-3. BITUMIEMULSIOIDEN LAATUVAATIMUSOMINAISUUKSIEN
KÄYTTÖTARKOITUS

OMINAISUUS	MERKITYS
Viskositeetti	lajiluokitus, juoksevuus, käyttölämpötila
Seulonta	homogeenisuus
Vesipitoisuus	bitumin määrä, lajiluokitus
Murtuvuus, murtumisnopeus, sementtisekoituskoe	bitumin erottumisnopeus, sekoittuminen kiviainekseen (1)
Tislausjäännös, Haihdutusjäännös	emulsiosta erotettu bitumi
Öljytisleet	liuottimen määrä
Bitumihiukkasten sähkövaraus	emulsiotyyppin osoitus (kationinen tai anioninen)
Tarttuvuustesti	tarttuvuus ja murtumisnopeus(2)
Tislaus/haihdutusjäännöksen tunkeuma tai viskositeetti	emulsiossa käytetyn bitumin jäykkyys

1. Murtumatestien toiminnallisuus vaihtelee, jotkut osoittavat vain murtuvuusluokan, jotkut jossain määrässä kuvaavat, miten emulsio on sekoitettavissa kiviainekseen. Suomen normien murtuvuustesti ilmaisee murtuvuusluokan.
2. Useimmat emulsion tarttuvuustestit ilmaisevat tarttuvuuden ohella emulsion murtumis- ja bitumihiukkasten yhtymisnopeutta. Viimeksi mainittu on tietysti välttämätöntä, jotta tartunta muodostuisi.

2.7

Bitumin laadun merkitys päällysteen kestävyydelle

Kuvissa 2-5 ja 2-6 on esitetty, mitkä tekijät vaikuttavat päällysteeltä vaadittaviin ominaisuuksiin. Tämä analyysi on tehty tarpeiden hierarkiajärjestyksessä, ts. ensimmäinen kysymys on, mikä tai mitkä asfalttimassan ominaisuudet antavat halutun ominaisuuden päällysteelle. Tämän jälkeen on kysytty, mitkä sideaineen ominaisuudet vaikuttavat ko. asfalttimassan ominaisuuksiin.

Kuvista käy ilmi, että bitumin mekaaniset ja fysiko-kemialliset ominaisuudet ovat ratkaisevia päällysteen ominaisuuksille. Bitumi on sideaine ja sen primääri-nen tehtävä on sitoa (tarttuvuus) ja vastustaa muodonmuutosta (reologia).

Kuvissa käytetään bitumin ominaisuuksista puhuttaessa sanoja 'kovuusluokka' ja 'jäykkyysmoduli'. Jälkimmäinen on valittu silloin, kun jäykkyysmodulin lämpötilaherkkyydellä ja kuormitusajalla on huomattava merkitys kovuusluokan lisäksi.

Asfalttipäällyste on nk. yhdistemateriaali, se koostuu bitumista, kiviaineksesta, filleristä ja ilmasta. Asfalttipäällysteen ominaisuuksiin vaikuttavat komponenttien ominaisuudet ja komponenttien suhteelliset osuudet ilma mukaanlukien.

Yhdistemateriaalille on tyypillistä, että

- kaikki komponentit vaikuttavat lopputuotteen ominaisuuksiin; tässä tapauksessa asfalttipäällysteen ominaisuuksiin,
- komponenttien laadun ja määrän suhteellinen merkitys lopputuotteessa riippuu rasisitustyyppistä; bitumin laadun ja määrän merkitys on aivan erilainen kulumisessa kuin deformaatioissa,
- komponentin määrällä voi olla ratkaisevampi merkitys kuin laadulla.

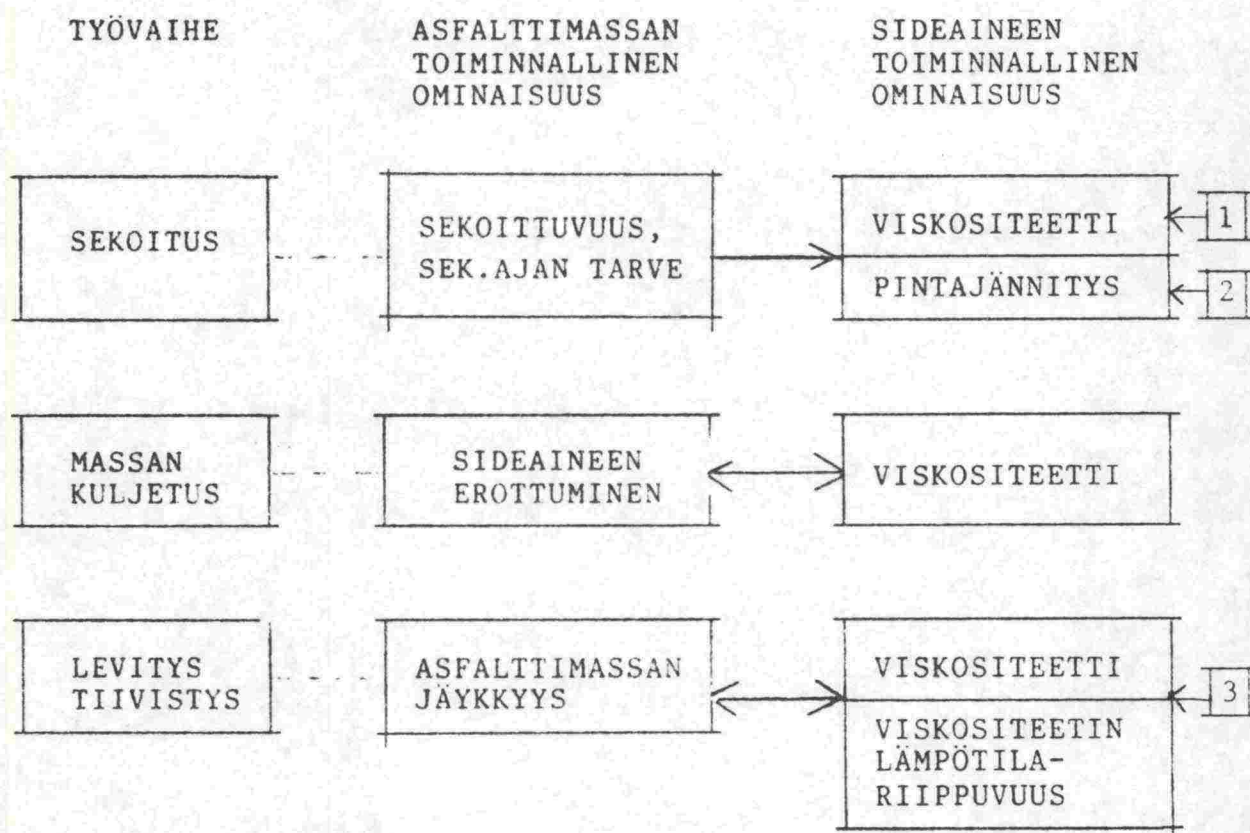
Yhdistemateriaalissa voidaan hyödyntää jonkin komponentin "hyvää laatua", mutta myös tarvittaessa estää "huonomman laadun" merkitys lopputuotteen ominaisuuksille. Tämä tietenkin tietyissä rajoissa.

Kuvassa 2-7 on kuvattu päällysteen sideaineen, kiviaineksen ja suhteituksen suhteellinen merkitys eri rasisitustapahtumissa. Vertailu tapahtuu pystysuoraan sarakkeittain, taulukon lukeminen vaakasuoraan, riiveittäin ei ole mielekäs. Kuvan alaosaan on merkitty näkyviin myös ulkoiset tekijät, jotka aiheuttavat tai vaikuttavat ko. rasisitustapahtumassa.

Kuvaa 2-7 laadittaessa on käytetty neliasteista skaalaa: vähäinen, merkitsevä, huomattava, ratkaiseva. Vaikutus lisääntyy yllä olevassa järjestyksessä.

Niinikään on käytetty tiettyjä lähtöolettamuksia, kuten että bitumin kovuusluokan valinta kuuluu suhteitukseen. Merkityssasteikon mittakaava on subjektiivinen.

KUVA 2-5. SIDEAINEEN VAIKUTUS ASFALTTIMASSAN VALMISTUKSEEN JA LEVITYKSEEN



[1]

Sekoituksen tulee tapahtua niin korkeassa lämpötilassa, että kiviaines on kuivaa; ei kuitenkaan niin korkeassa, että bitumi kovenee liikaa. Bitumin tulee olla sekoituslämpötilassa niin juoksevaa, että se hyvin sekoittuu kiviainekseen; ei kuitenkaan niin juoksevaa, että se erottuu massan varastoinnin ja kuljetuksen aikana.

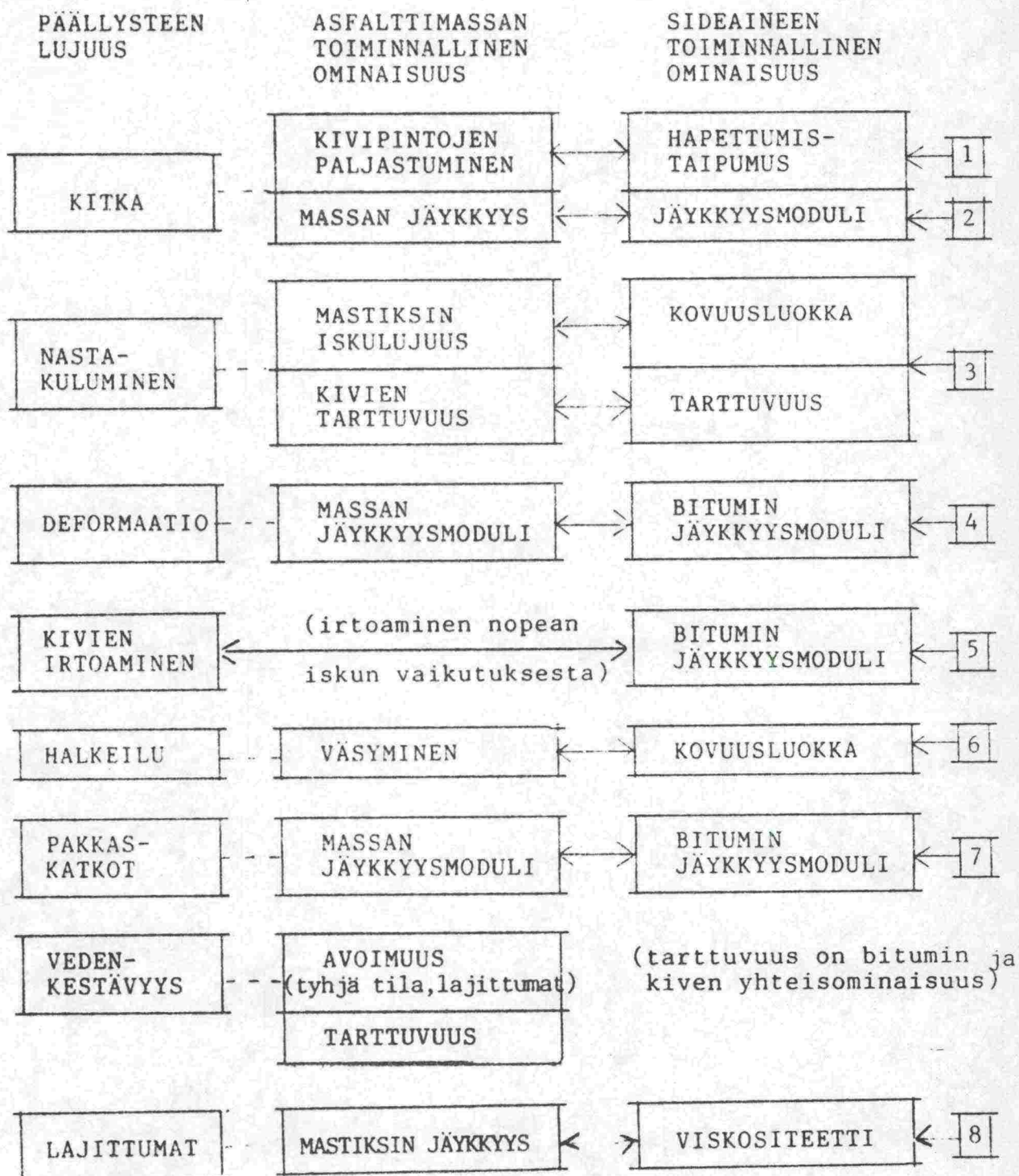
[2]

Ratkaisevaa on rajapintajännitys kiven ja bitumin välillä; bitumista johtuvat vaihtelut ovat pienet. ja käytännössä bitumin pintajännityksellä ei ole merkitystä; lisäaineet vaikuttavat rajapintajännitykseen.

[3]

Massan jäykkyys on ratkaisevaa, sideaineen viskositeetilla on tähän huomattava vaikutus. Viskositeetin tulisi saavuttaa optimi jyräysviskositeetti mahdollisimman pian lämpötilan laskiessa; se ei kuitenkaan saa nousta liian nopeasti, jotta jyräys onnistuisi.

KUVA 2-6. SIDEAINEEN VAIKUTUS PÄÄLLYSTEEN OMINAISUUKSIIN



1

Hapettumisnopeus vaikuttaa edullisesti kitkan parantamiseen uusilla päällysteillä, kun nastarengasliikennettä ei ole.

2

Pintaannousua voi syntyä, jos bitumin jäykkyys on liian pieni suhteitusarvoihin nähden. Pintaannousu on periaatteessa aina suhteitusvirhe joko bitumimäärän tai kovuusluokan suhteen.

[3]

Päällysteen kuluminen riippuu ennenkaikkea kiviaineksen lujuudesta, maksimiraekoosta ja suhteitusarvoista. Bitumin kovuusluokka ja tarttuvuus vaikuttavat jossain määrin.

[4]

Deformaatio riippuu massan jäykkyysmodulista, joka puolestaan riippuu mm. bitumin jäykkyysmodulista ja bitumi-filleri-suhteesta.

[5]

Kivien irtoaminen iskun vaikutuksesta bitumin murtumisen johdosta riippuu bitumin jäykkyysmodulista hyvin lyhyillä kuormitusajoilla.

[6]

Kovemmassa bitumista tehdyn päällysteen väsymisluku on pienempi, jos alkutaipuma pysyy samana. Kovempi bitumi lisää kantavuutta, taipuma voi jäädä pienemmäksi ja päällysteen kestoikä kasvaa. Samaa tunkeumatasoa olevilla bitumeilla ei väsymislukuudessa yleensä ole suuria eroja.

[7]

Pakkaskatkoille on ratkaisevaa bitumin jäykkyysmoduli pitkillä kuormitusajoilla.

[8]

Lajittumien syntymiseen vaikuttaa kalusto, työtavat ja asfalttimassan koostumus. Bitumiin liittyvä massan ominaisuus, jonka on todettu vaikuttavan lajittumisherkkyyteen, on mastiksiosan jäykkyys ja määrä. Mastiksin jäykkyys riippuu bitumin viskositeetista ja bitumi-filleri-suhteesta sekä fillerin laadusta.

KUVA 2-7 PÄÄLLYSTEEN KOMPONENTTIEN SUHTEELLISET VAIKUTUKSET
PÄÄLLYSTEEN KESTÄVYYTEEN

	Valmistus Levitys		Käyttö				
	Massan sekoitus	Levitys Tiivistys	Kuluminen	Deformaatio	Halkeilu	Pakkas- katkot	Veden- kestävyys
SIDEAINEEN MERKITYS	vähäinen	merkittävä	vähäinen	huomattava	merkittävä	ratkaiseva	Tarttuvuus ja vedenkestävyys riippuu sekä kiviainekses- ta että bitu- mista
KIVIAINEKSEN MERKITYS	merkittävä	merkittävä	ratkaiseva	huomattava	vähäinen	vähäinen	
SUHTEITUKSEN MERKITYS	merkittävä	merkittävä	huomattava	ratkaiseva	merkittävä	vähäinen	huomattava

ULKOISET TEKIJÄT	-lämpötila	-lämpötila -sade -tuuli	-nastat -kosteus -nopeus	-maks.lämpöti- la ja kestoai- ka -liikenteen nopeus	-mitoitus -lämpö- tila	-min.lämpöti- la -pääll.paksuus -rakenne	-sademäärä -jäätymis- sulamisjaksot -pohjavesi
---------------------	------------	-------------------------------	--------------------------------	---	------------------------------	---	---

3. TEKNISET LAATUVAATIMUKSET

		Sivu
3.1	Laatuvaatimusten tarkoitus.....	34
3.2	PTL:n ehdotus yhteispohjoismaiseksi laatuvaatimuksiksi.....	34
3.3	PTL:n vaatimusten soveltaminen eri Pohjoismaissa.....	38
3.4	Saksan Liittotasavallan laatuvaati- mukset.....	40
3.5	Ranskan laatuvaatimukset.....	42
3.6	Englannin laatuvaatimukset.....	43
3.7	Sveitsin laatuvaatimukset.....	44
3.8	USA:ssa ja Kanadassa käytetyt laatu- vaatimukset.....	44
3.9	Eri maissa käytettyjen laatuvaatimusten vertailu.....	47

3.1 Laatuvaatimusten tarkoitus

Tekninen laatu on on määritelty laatuvaatimuksissa. Nämä ilmaisevat ominaisuudet ja raja-arvot, joiden perusteella tuote valmistetaan ja hyväksytään käyttöön.

Toiminnallinen laatu on käsitteenä edellistä laajempi; se sisältää sen, mistä on sovittu (laatuvaatimukset) ja lisäksi miten tuote toimii käytössä ts. vastaako tuote asiakkaan toivomuksia kaikin puolin. Tämä käsittää mm. sen, että tuote on tasalaatuista, sopii tarkoitukseensa, toimii toivotulla tavalla, oikea käyttötapa neuvotaan, käyttöhäiriöt selvitetään, tuotetta kehitetään asiakkaan toiveiden mukaan jne.

Laatuvaatimusten tulee

- määritellä ne ominaisuudet ja vain ne, joilla on todettu olevan yhteys tuotteen käyttökelpoisuuteen
- asettaa rajat näille ominaisuuksille niin, että sopimattomien tuotteiden käyttö estyy, mutta samalla tavalla niin, että rajat sallivat riittävän liikkumavaran tuotteen valmistuksessa, laadun määrittelyssä ja operatiivisessa toiminnassa (varastointi ja kuljetus).
- antaa menetelmät ominaisuuksien määrittämiseksi.

Sovittujen laatuvaatimusten tulisi kattaa mahdollisimman hyvin toiminnallinen laatu. Tähän ei kuitenkaan ole aina päästy.

3.2 PTL:n ehdotus yhteispohjoismaisiksi laatuvaatimuksiksi

3.21 Tausta

PTL:n Liittojaosto 33, aikaisemmin n:o 31, perusti vuonna 1971 keskuuteensa sideainekomitean selvittämään bitumilta vaadittavia ominaisuuksia. Seuraavana vuonna tehtävä tarkennettiin siten, että komitean piti nimenomaan laatia ehdotus yhteispohjoismaisiksi laatuvaatimuksiksi. Myöhemmin komitealle annettiin tehtäväksi laatia ehdotus myös bitumiliuosten ja -emulsioiden laatuvaatimuksiksi.

Liittojaosto hyväksyi ehdotukset bitumien osalta vuonna 1975 ja liuosten ja emulsioiden osalta vuonna 1981. PTL:n hallitus on suositellut, että nämä ehdotukset olisivat perustana kansallisia laatuvaatimuksia tehtäessä (liite 3).

3.22 PTL:n laatuvaatimusten status

PTL:n laatuvaatimukset on suositus, joka tulisi olla perustana kansallisille laatuvaatimuksille. Näissä tulisi olla mukana vähintään ehdotuksessa annetut ominaisuudet ja ne tulee tehdä annetuilla menetelmillä.

Alkuaan PTL:n tavoitteena oli saada syntymään yhteiset samansisältöiset vaatimukset kaikille Pohjoismaille. Tämä ei toteutunut mukana olleiden maiden ja intressipiirien erilaisten näkemysten johdosta. PTL:n hallitus joutuikin vain suosittelemaan ehdotuksen käyttöönottoa.

Alkuperäisen tavoitteen kannalta on keskeisintä se, että kaikissa Pohjoismaissa bitumin suorituskyky ja käyttösoveltuvuus määritellään samoilla ominaisuuksilla ja nämä tutkitaan samoilla menetelmillä.

Laatuominaisuuksien vaatimuservot riippuvat ilmastosta, liikennekuormituksesta, käytetyistä päällystystyypeistä sekä kiviaineksista. Vaatimuservot voivat vaikuttaa myös bitumituotteen hintatasoon. Kun kaikki edellä mainitut tekijät ovat jossain määrin erilaisia eri maissa, ei liene syytäkään pyrkiä numeerillisilta arvoilta yhdenmukaisiin laatuvaatimuksiin. Joskus on aihetta saman maan sisälläkin eriyttää vaatimuservoja liikennetiheyden tai ilmastoalueen mukaan.

3.23 PTL:n laatuvaatimusten rakenne

Bitumien laatuvaatimusehdotukselle on tunnusomaista että

- bitumien kovuus eli lajiluokitus perustuu tunkeumaan 25°C:ssa
- bitumin viskositeetille annetaan minimivaatimus 60°C:ssa ja 135°C:ssa
- kovenemistaipumus tutkitaan ohutkalvokokeella ja kovenemista rajoitetaan antamalla 60°C:n viskositeetille maksimiarvo, johon viskositeetti saa korkeintaan nousta kokeessa
- bitumin kylmäominaisuudet kontrolloidaan murtumispisteellä ohutkalvokokeen jälkeen.

Mainittujen ominaisuuksien lisäksi PTL:n vaatimuksissa on tavanomaiset puhtaus- ja käyttöturvallisuusvaatimukset.

Vaatimuservot perustuvat kokemuksiin, teoreettisiin tarkasteluihin, erilaisten bitumien analyysituloksiin ja laatimisajankohtana Pohjoismaissa markkinoilla olleiden bitumien ominaisuuksiin.

3.24 Laatuominaisuuksien ja vaatimuservojen perusteet

ALKUPERÄINEN BITUMI

Lajiluokitus: Bitumin kovuus-, lajiluokitus perustuu empiiriseen tunkeumatestiin 25°C :n lämpötilassa. Laatuominaisuutena ei ollut kehitetty luotettavaa ja yleiseen käyttöön soveltuvaa menetelmää todellisen aineominaisuuden - jäykkyyden - mittaamiseksi. Viskositeetti korkeammassa lämpötilassa olisi ollut tällainen, mutta sen ei katsottu kontrolloivan riittävästi kylmäominaisuuksia.

Lajiluokitus on jatkuva, eri kovuusluokkien välillä ei ole rakoja. Luokkien rajat valittiin siten, että ne vastaisivat mahdollisimman hyvin aikaisempaa käytäntöä ja että kunkin luokan alue olisi yhtä laaja jäykkyydmoduliskaalassa.

Kovuuden lämpötilariippuvuudelle - penetraatioindeksille - ei otettu mukaan vaatimusta. Ehdotukseen liitettiin kuitenkin suositus, että penetraatioindeksiin ei tulisi olla alle -1.

Viskositeetti 60°C , minimiarvo: Tällä vaatimuksella haluttiin varmistaa päällysteen ominaisuudet korkeassa lämpötilassa (tiivistys, deformaatio kesällä).

Vaatimuservon asettamisen lähtökohta oli se teoreettinen malli, että bitumin tunkeuma- ja viskositeetti-arvot muodostavat suoran Heukelomin kehittämällä käyrästä pohjalla. Tällä perusteella voitiin määritellä alinta suositeltua penetraatioindeksiä vastaavat minimiviskositeetit 60°C :ssa ja 135°C :ssa.

Kun muutamat yleisesti käytetyt bitumit eivät täyttäneet näin saatua minimiviskositeettia 60°C :ssa, alennettiin teoreettisesti saatua arvoa jonkin verran.

Viskositeetti 135°C , minimiarvo: Merkitys liittyy sekoituslämpötilan optimointiin ja tiivistyslämpötilaan. Viskositeetin 135°C katsottiin antavan riittävän informaation näistä molemmista.

Vaatimuservo määriteltiin samalla tavalla kuin viskositeetti 60°C , kuitenkin alentamatta penetraatioindeksiä -1 vastaavaa viskositeettia.

Maksimirajaa 135°C :n viskositeetille ei katsottu tarpeelliseksi. Liian korkea viskositeetti tulee rajoitetuksi 60°C :n maksimiviskositeetilla ohutkalvokokeen jälkeen.

Liukoisuus, minimiarvo: Vaatimus tarkoitettiin estämään liian suuret mekaaniset, epäorgaaniset epäpuhtaudet.

Leimahduspiste, minimiarvo: Merkitys liittyy käsitte-

lyturvallisuuteen. Menelmäksi valittiin "suljetun kupin menetelmä", koska bitumia käsitellään suljetuissa astioissa.

Vaatimuservoa määrättäessä lähdettiin siitä, että leimahduspisteen tulisi olla vähintään 10°C korkeampi kuin korkein käsittelylämpötila.

Pehmenemispiste: Kun laatuvaatimuksiin tuli sekä tunkeuma että viskositeetti 60°C , ei pehmenemispisteellä katsottu enää olevan sellaista riippumatonta informaatioarvoa, että sille tulisi antaa vaatimuksia. Näin myös siksi, että alkuperä ja puhallus vaikuttavat herkästi pehmenemispisteeseen. Kun pehmenemispiste on Ruotsissa ollut yhtenä lajiluokitusperusteena ja koska sen avulla voidaan arvioida jäykkyysmoduli, annettiin laatuvaatimuksissa kunkin lajin tavanomaisin pehmenemispiste.

Ilmoitettu tyypillinen arvo perustuu laatimisajankohdan bitumianalyysiin. PTL:n ehdotuksen perusteluihin liitettiin ehdotus, että mikäli tuotteen pehmenemispiste poikkeaa ilmoitetusta, tästä ilmoitettaisiin asiakkaille.

Tiheys: Kunkin kovuusluokan tavanomaisin tiheys ilmoitetaan laatuvaatimuksissa kaupallisia ja määrittäustarpeita varten.

BITUMI OHUTKALVOKOKEEN JÄLKEEN

Ohutkalvokoe: Massan valmistuksessa tapahtuvaa kovene- mista kuvaa ohutkalvokoe. Muita kovenemista kuvaavia testejä ei otettu mukaan, koska ei löytynyt riittäviä perusteluja tarpeelle ja valintakriteereille. Menetelmät, jotka mahdollisesti olisivat tulleet kysymykseen, on kehitetty toisenlaisia olosuhteita varten.

Viskositeetti 60°C , maksimiarvo: Tämä varmistaa, ettei massan valmistuksessa tapahdu niin suurta kovene- mista, että massan tiivistys vaikeutuu ja massan jäykkyys on jo nuorena päällysteessä korkea. Vaatimus estää myös asfalttimassan sekoituksen kannalta liian viskoosisten bitumien käytön.

Yleisesti pidetään suotavana ja normeissa sallitaan nelinkertainen viskositeetin nousu ohutkalvokokeessa. Kun bitumien viskositeetti vaihtelee, on sallitun maksimiarvon ohutkalvokokeen jälkeen oltava enemmän kuin neljä kertaa sallittu minimiviskositeetti ennen koetta. Maksimiraja asetettiin siten, että korkea-viskoosisilla bitumeilla, joilla koveneminen yleensä on suurinta, tulee sallituksi kovenemiskertoimeksi noin neljä. Hyvin alhaisen viskositeetin omaavilla bitumeilla sallii valittu raja-arvo kovuusluokasta riippuen 6,5...7,5 kertaisen kovenemisen.

Murtumispiste, maksimiarvo: Murtumispiste kontrolloi bitumin kylmäominaisuuksia. Ohutkalvokokeen jälkeen tehtynä murtumispiste kuvaa parhaiten päällysteessä olevan bitumin ominaisuuksia.

Vaatimuservo on valittu siten, että penetraatioindeksi tulee olla vähintään -1. Kovilla laaduilla vaatimusta on tästä vielä hieman tiukennettu, jotta näiden laatujen pakkasominaisuudet paranisivat.

Venymä, minimiarvo: Täällä haluttiin rajoittaa liian vahapitoisten ja pitkälle puhallettujen laatujen käyttö. Näiden ei katsottu yhtä hyvin kuin tavallisten laatujen soveltuvan päällysteen sideaineeksi.

Painohäviö, maksimiarvo: Painohäviö otettiin mukaan ympäristönsuojelu- ja työhygieniatarkoituksessa.

Vaatimuservo 1,0...1,5 p-% on numeroarvoltaan sama kuin yleensä laatuvaatimuksissa muissa maissa, mutta määrittämismenetelmästä johtuen on vaatimus tosiasiallisesti tiukentunut.

3.3 PTL:n vaatimusten soveltaminen eri Pohjoismaissa

3.31 Suomi

PTL:n mukaiset bitumien laatuvaatimukset otettiin käyttöön vuoden 1979 normiuudistuksessa. Bitumin 60°C:n viskositeettia alennettiin jonkin verran. Todettakoon, että alennus oli Norjassa vielä suurempi kuten oheinen asetelma osoittaa.

	B80 visk. 60°C
PTL:n ehdotus	120 Pas
Ruotsi	120 "
Suomi	100 "
Norja	80 "

Bitumiliuosten osalta PTL:n ehdotus tuli käyttöön 80-luvun alussa. Bitumiöljyn osalta säilytettiin kuitenkin aikaisemmat vaatimukset. Bitumiemulsioidilla on niinkään vanhat vaatimukset (liite 2).

3.32 Ruotsi

Kaikkien bitumituotteiden laatuvaatimukset perustuvat PTL:n laatuvaatimusehdotukseen. Bitumin osalta ehdotus otettiin käyttöön 1981 ja muiden tuotteiden osalta vuonna 1983.

Bitumilajeja on Ruotsin normeissa neljä: B 60, B 85, B 180 ja B 370. Lajit B 40, B 120 ja B 250 on jätetty tarpeettomina pois.

PTL:n ehdotukseen on tehty seuraavat muutokset:

- lämmityspainohäviö pehmeillä bitumilajeilla on nostettu 1,5 p-%:iin; (PTL 1,0 p-%)
- leimahduspisteelle ei ole annettu vaatimuseroa, tuotteen tulee kuitenkin täyttää ao. viranomaisten esittämät vaatimukset

Lisäksi on syytä huomata, että Ruotsi on pitäytynyt PTL:n mukaisiin viskositeetin vaatimuseroihin.

Bitumiliuosten kohdalla on muutokset seuraavat:

- neljä hitaasti kuivuvaa lajia on lisätty, PTL:n ehdotus ei sisältänyt yhtään lajia
- tislauksjäännöksen tunkeuman maksimivaatimuserajaa on alennettu nopeasti ja keskinopeasti kuivuvien bitumiliuosten kohdalla
- vesipitoisuusvaatimuksia on tiukennettu liuosten ja bitumiöljyn osalta
- bitumiliuosten tai bitumiöljyn leimahduspisteelle ei anneta vaatimusta, tuotteiden tulee kuitenkin täyttää ao. viranomaisten antamat vaatimukset
- bitumiöljyjä on otettu laatuvaatimuksiin vain yksi laji VO 500, viskositeetti 60°C:ssa 350... 700 mm²/s.

Bitumiemulsioiden osalta on muutoksia PTL:n ehdotukseen nähden useita

- uusia lajeja on otettu kaksi, sorapintausemulsio ja tiivistyseemulsio (försegling)
- lajitunnuksen numero ilmoittaa vähimmäisbitumipitoisuuden (PTL tyyppillisen)
- viskositeettirajoja on muokattu

Yleisesti ottaen on PTL:n laatuvaatimusehdotuksen periaatteet ja määriteltävät laatuominaisuudet hyväksytty Ruotsissa käyttöön, vaikka muutos oli Ruotsissa suurin, bitumit esim. oli aikaisemmin luokitettu viskositeetin perusteella. Muutokset ovat lähinnä käyttökohteiden ja tapojen aiheuttamia.

Ruotsin laatuvaatimukset on esitetty liitteessä 3.

3.33 Norja

Päällystenormit uudistettiin Norjassa 70-luvulla, jolloin PTL:n ehdotukset bitumien ja bitumiliuosten osalta otettiin käyttöön. Ainoa muutos oli bitumin 60°C:n viskositeettivaatimuksen huomattava alentaminen. Bitumiemulsioille ei ole Norjassa virallisia laatuvaatimuksia.

Norjan laatuvaatimukset on esitetty liitteessä 4.

3.34 Tanska

Tanska ei ole toistaiseksi ottanut käyttöön PTL:n ehdotuksen mukaisia laatuvaatimuksia. Normiuudistus on valmisteilla. Tanskan bitumien laatuvaatimukset on esitetty liitteessä 5.

3.4

Saksan Liittotasavallan laatuvaatimukset

Laatuvaatimukset on annettu normissa DIN 1995 Dez. 1980 (liite 6). Länsi-Saksassa on normitettu seuraavat tuotteet

- bitumit
- bitumiliuokset
- tieterva (1 laji)
- anioniset emulsiot
- kationiset emulsiot
- liuotinta sisältävä emulsio (liimausemulsio)

Bitumin laatuvaatimuksille on ominaista, että

- kovuus- eli lajiluokitus perustuu tunkeumaan 25°C:ssa
- pehmenemispisteellä on sekä maksimi että minimiraja
- bitumin viskositeetille ei ole vaatimuksia
- kylmäominaisuudet kontrolloidaan murtumispisteellä, joka tehdään sekä alkuperäisestä että kovennetusta bitumista
- kovenemistaipumus määritetään ohutkalvokokeen tapaisella kokeella ja kovenemista rajoitetaan antamalla tunkeumalle ja pehmenemispisteelle korkein sallittu muutos sekä murtumispisteelle maksimi- ja venymälle minimiarvo kokeen jälkeen
- bitumin parafiinipitoisuudelle on annettu maksimi-arvo

Suurin periaatteellinen ero Suomen laatuvaatimuksiin

on, että bitumin viskositeetille ei ole vaatimuksia. Saksalaiset asiantuntijat (4) katsovat, että bitumin viskositeetin vaihtelu voidaan kompensoida lämpötilalla. Parafiinipitoisuusvaatimus sulkee heidän mukaansa pois hyvin alhaiset viskositeetit. Parafiinipitoisuuden rajoittamisella turvataan myös bitumin tarttuvuus ja kylmäominaisuudet. Saksalaiset myöntävät, että tällainen epäsuora kontrolli ei ole paras mahdollinen, mutta heidän mielestään ei vielä voida, sopivan keinon puuttuessa, luopua parafiinipitoisuudesta.

Venymävaatimuksen merkityksestä on saksalaisilla hyvin pessimistinen käsitys. Vaatimusta ei ole kuitenkaan nähty asialliseksi poistaa. Saksalaiset ovat todenneet, että venymätesti suoritetaan nykyisten vaatimusten mukaan lämpötilassa, jossa venymä muuttuu voimakkaasti ja tämä vaikeuttaa tulosten merkityksen arviointia.

Länsi-Saksan laatuvaatimuksissa on liukoisuusvaatimus kahteen eri liuottimeen. Näiden merkitys liittyy paitsi puhtauteen myös bitumin kemialliseen rakenteeseen.

Saksan Liittotasavallassa voimassa olevat bitumin laatuvaatimukset ovat periaatteiltaan ja rakenteeltaan samanlaiset kuin jo 1950-luvulla. Tehdyt muutokset, viimeksi 1980, ovat varsinaisesti koskeneet vain määrittämenetelmiä ja tästä johtuvia raja-arvo-muutoksia.

Saksassa on käynnissä laaja tutkimus, jossa etsitään bitumin ominaisuuksien ja päällysteen kestävyysyhteyksiä. Tutkimuksen odotetaan antavan laatuvaatimusten uudistamisessa tarvittavaa tietoutta.

Liuoksien laatuvaatimukset eroavat suomalaisista vaatimuksista siinä suhteessa, että tarttuvuudesta kuuluu laatuvaatimukseen.

Emulsioiden laatuvaatimusten merkittävimmät erot ovat

- emulsioissa käytetty bitumilaji voi vaihdella B 300 - B 80. Käytetystä bitumilajista on tuottajan sovittava asiakkaan kanssa
- jos tuottaja ilmoittaa emulsion olevan pakkasen kestävä, on emulsion täytettävä ko. testi
- tarttuvuudesta kuuluu laatuvaatimukseen

Laatuvaatimuksissa on mainittu, mitkä ominaisuudet on tutkittava, kun jakelussa olevan tuotteen laatu tarkistetaan (nk. lyhyt analyysi).

3.5 Ranskan laatuvaatimukset

Ranskassa noudatetut laatuvaatimukset on annettu normeissa NF T 65002-65004, 65011, 65021 ja 65022 (liite 7).

Seuraavat tuotteet on spesifioitu

- bitumit
- bitumiliuokset
- fluksatut bitumit
- tervabitumit
- bitumiemulsiot
- tietervat
- modifioidut tietervat

Bitumien laatuluokitukselle on tyypillistä, että

- lajiluokitus tapahtuu tunkeuman 25°C avulla
- pehmenemispisteellä on maksimi- ja minimiarvo
- viskositeetille ei ole vaatimusta
- koveneminen rajoitetaan sallimalla tunkeumalle vain tietty suhteellinen pieneneminen ohutkalvokokeessa
- parafiinipitoisuudelle on maksimivaatimus

Bitumiliuosten ja fluksattujen bitumien laatuvaatimukset ovat samanlaiset kuin Suomessa. Fluksatut bitumit vastaavat lähinnä bitumiöljyä.

Ranskassa on Saksan lailla spesifioitu sekä anionaktiiviset että kationaktiiviset emulsiot. Murtuvuusluokkia on kolme; nopea, hidas ja stabiili. Emulsioiden lajilukumäärä on suuri, kun nopeita ja hitaita on kumpiakin kolme lajia ja stabiileja emulsioita kaksi lajia. Anioniset ja kationiset emulsiot yhteenlaskien on emulsioita kaikkiaan 16 lajia.

Viskositeettivaatimukset annetaan joko molemminpuolisena raja-arvona tai toispuolisena raja-arvona; joko minimi- tai maksimiarvona. Viskositeettivaatimukset limittyvät huomattavasti. Lajiluokitus perustuu vesipitoisuuteen kuten saksalaisissa vaatimuksissa.

Seulontajäännös annetaan kahdelle eri seulakoolle. Suurempi seulakoko ilmaisee ramppien tukkeutumisherkyyttä ja pienempi (0,63 mm...0,16 mm) yleistä homogeenisuutta.

Kationaktiiviset emulsiot on jaettu varastointikestävyyden suhteen kahteen luokkaan, vähintään 17 vrk ja

ja vähintään 3 kuukautta varastointia kestävät. Nopeasti murtuvat emulsiot kuuluvat edelliseen, stabiilit jälkimmäiseen luokkaan. Hitaasti murtuvia emulsioita voidaan valmistaa molempiin luokkiin. Varastointikestävyys vaikuttaa tarttuvuuden vaatimuservoon.

3.6 Englannin laatuvaatimukset

Englannin laatuvaatimukset on annettu normissa BS 3690 vuodelta 1982 (liite 8).

Bitumien laatuvaatimukselle on tyypillistä, että

- lajiluokitus tapahtuu tunkeuman 25°C avulla
- pehmenemispisteellä on ylä- ja alaraja
- kovenemistaipumus kontrolloidaan sallimalla tunkeumalle vain tietty suhteellinen pieneneminen ohutkalvokokeessa
- viskositeetille ei ole vaatimuksia
- bitumin B 40 pehmenemispiste on suhteellisesti korkeampi kuin muiden bitumilajien.

Englannissa käytetään paljon bitumirikkaita jyrä-asfaltteja, joiden kiviaines on epäjatkuva. Kun näissä päällysteissä esiintyi paljon deformaatiota, on niissä käytetyn bitumin B 40 pehmenemispiste suhteellisesti korkeampi kuin muiden lajien. Tämä merkitsee jäykkyyden pienempää lämpötilaherkkyyttä, bitumi ei pehmene niin nopeasti kuin tavalliset bitumit. Pehmenemispisteen korottamisella - jos raakaöljy ja valmistusmenetelmä ovat muuttumattomia - saadaan sama vaikutus kuin asettamalla penetraatioindeksille suurempi arvo. Englannin normien mukaisen bitumien penetraatioindeksi on keskimäärin 0, bitumin B 40 HD noin 1,3. Merkintä HD tulee sanoista "heavy duty".

Bitumiliuosten laatuvaatimusten rakenne on tavallinen. Erikoista on, että jos näyte otetaan jakeluketjusta niin viskositeetin sallitaan ylittävän laatuvaatimusten yläraja. Sallittu ylitys riippuu liuoslajeista.

3.7 Sveitsin laatuvaatimukset

Sveitsissä käytössä olevat bitumien laatuvaatimukset on annettu normeissa SN 671110 C, 671310 C ja 671410 C (liite 9).

Bitumin laatuvaatimukset ovat esimerkki monitahoisesta ja -tasoisesta mekaanisten ominaisuuksien kontrolloinnista. Bitumien laatuvaatimuksille on tyypillistä

- lajiluokitus tapahtuu tunkeuman 25°C avulla
- viskositeeteille 60°C ja 135°C on sekä ala- että yläraja
- kovenemistaipumus kontrolloidaan sallimalla tunkeuman alentua tietty penetraatioyksiköissä ilmaistua määrä ohutkalvokoetta vastaavassa kokeessa
- ohutkalvokokeen jälkeen on bitumille annettu
 - pehmenemispisteelle ala- ja yläraja
 - penetraatioindeksille ala- ja yläraja
 - murtumispisteelle maksimiarvo
 - venymälle maksimiarvo

Bitumin ominaisuudet on siis kontrolloitu hyvin monipuolisesti ohutkalvokokeen jälkeen. Viskositeeteille ei kuitenkaan ole vaatimusarvoja ohutkalvokokeen jälkeen.

Liuosten ja emulsioiden laatuvaatimuksista kannattaa panna merkille, että tuotteesta erotetun bitumin penetraatioindeksille on annettu ala- ja yläraja-vaatimus.

3.8 USA:ssa ja Kanadassa käytetyt laatuvaatimukset

Bitumituotteiden spesifikaatioita laativat The American Society for Testing and Materials (ASTM) ja The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). USA:n osavaltiot joko ottavat ASTM:n ja AASHTO:n spesifikaatiot sinänsä käyttöön tai soveltavat niitä. Omia kehitelmiä esiintyy. Kehitys näyttää johtavan AASHTO:n tai ASTM:n spesifikaatioiden käyttöön. Kanadassa laativat osavaltiot bitumien laatuvaatimukset (liite 10).

Käytössä on kolme laatuvaatimustyyppiä

- viskositeettiluokitukseen perustuva
- viskositeettiluokitukseen ohutkalvokokeen jälkeen perustuva
- tavanomainen tunkeumaluokitus

Nämä on seuraavassa esitelty AASHTO:n spesifikaatioon perustuen. Taulukossa 3-1 on vertailtu laatuvaatimusten sisältöä.

3.81 Lajiluokitus viskositeetin perusteella

USA:ssa todettiin 60-luvulla tavanomaiset laatuvaatimukset riittämättömiksi ja alettiin etsiä uusia tapoja bitumin ominaisuuksien kuvaamiseen. Haluttiin myös päästä irti empiirisistä laatuindikaattoreista mm. tunkeumasta.

The Asphalt Institute laati kokeiluspesifikaation, jossa kovuusluokitus perustui bitumin 25°C:n viskositeettiin. Viskositeetti määrettiin Shell'in Sliding Plate-viskometrillä. Tämä ei saanut kannatusta, koska 25°C viskositeetti ei aina kuvannut muodonmuutosvastusta käytännössä, bitumi kun on viskoelastinen. Menetelmä on myös hankala ja laitteet kalliit, ts. menetelmä ei oikein sopinut ruttiinomaisiin määrityksiin. Viskositeetti 25°C on vielä käytössä Pennsylvanian laatuvaatimuksissa.

Seuraava askel kehityksessä oli käyttää 60°C:n viskositeettia lajiluokituksessa. Bitumin 60°C viskositeetti voidaan määrittää yleisesti käytössä olevilla viskometreillä. Tämä laji (kovuus) luokitustapa sai kannatusta. Asfalttimassan valmistuksen kannalta ja myös kuumien kesäpäivien suhteen tuli bitumin ominaisuudet rajattua.

Markkinoille ilmestyi kuitenkin bitumeja, jotka olivat liian kovia so. päällyste tuli hauraaksi. Jotta haluttu viskositeettiluokka olisi saavutettu, oli bitumi jouduttu tislamaan tunkeumaltaan kovaksi. Tällaisten tuotteiden käytön estämiseksi lisättiin vaatimuksiin minimiarvo tunkeumalle. Viskositeettiluokituksen kehitys osoittaa selvästi, että bitumin ominaisuudet on kontrolloitava sekä viskositeetti-alueella että tunkeuma-alueella (4).

Minimivaatimus tunkeumalle kontrolloi päällysteen joustavuutta. Kun kaikkialla ei tarvita yhtä hyvää joustavuutta, on AASHTO:n ja ASTM:n laatuvaatimuksissa A- ja B-laatu (table 1 ja table 2).

Viskositeettiluokituksessa on annettu minimivaatimus 135°C:n viskositeetille. Bitumin 135°C:n viskositeetilla on Kanadassa todettu olevan yhteys päällysteen pakkashalkeamiin; mitä alhaisempi viskositeetti sitä huonompi päällysteen pakkaskestävyys. *

4. U-P Kettunen: Bitumin laatuvaatimukset; Asfaltti N:o 2, 1984

- * Tämä yhteys ei ole yleispätevä eikä pidä paikkaansa edes kaikilla sikäläisillä bitumeilla. Korkea 135°C:n viskositeetti ei tosinpäänsä myöskään ole tae hyvälle kylmäominaisuuksille.

Kovenemistaipumus kontrolloidaan viskositeettiluokituksessa antamalla 60°C:n viskositeetille maksimi-arvo ohutkalvokokeen jälkeen. Muita vaatimuksia ovat tyypillisesti leimahduspiste, liukoisuus, tiheys ja venymä ohutkalvokokeen jälkeen.

USA:n ja Kanadan normeissa on usein myös täpläkoe (spot test), jolla mitataan asfalteenien saostamistaipumusta. Sen merkitys bitumin suorituskäytölle on kyseenalainen.

3.82 Lajiluokitus ohutkalvokokeen jälkeen määrättävillä ominaisuuksilla

Bitumi kovenee massanvalmistuksessa. Ohutkalvokokeen jälkeen bitumi vastaa paremmin päällysteessä olevaa bitumia. Tämä on ollut lähtökohtana niille laatuvaatimuksille, joissa bitumin ominaisuudet spesifioidaan ohutkalvokokeen jälkeen. Alkuna nämä saivat USA:n itärannikolla. Sikäläisistä raakaöljyistä valmistettujen bitumien leikkauspisteet ovat alhaiset ja bitumi kovenee huomattavasti massanvalmistuksessa.

Tällaisissa laatuvaatimuksissa bitumin kovuusluokka määrätään tavallisesti 60°C:n viskositeetillä (ohutkalvokokeen jälkeen). Käytössä on ollut myös tunkeumaan perustuvia luokituksia, mutta ne näyttävät jäävän pois käytöstä.

Muita vaatimuksia ovat tyypillisesti minimiviskositeetti, tunkeuma ja venymä ohutkalvokokeen jälkeen. Alkuperäiselle bitumille asetetaan leimahduspiste ja liukoisuusvaatimus.

Kovenemistaipumus kontrolloidaan tunkeumalla, tunkeuman tulee olla vähintään 40...50 % alkuperäisestä.

3.83 Tunkeumaan perustuva lajiluokitus

USA:ssa ja Kanadassa on laajasti käytössä tavanomainen tunkeumaluokitus. Eräissä valtioissa tunkeumaluokitus ja viskositeettiluokitus ovat vaihtoehtoisia, tuottaja saa valita minkä perusteella tuotteen vastaanottotarkastus suoritetaan.

ASTM:n ja AASHTO:n laatuvaatimukset ovat konventionaalisia. Kanadan osavaltioiden normeissa usein on mukana vaatimus 135°C:n viskositeetille. Tällä pyritään turvaamaan hyvät kylmäominaisuudet (katso 5.81).

3.9

Eri maissa käytettyjen laatuvaatimusten vertailu

Laatuvaatimukset heijastavat esiintyviä ongelmia, tiedontasoa ja tutkimuksen kiinnostusalueita. Amerikkalaisten laatuvaatimustyyppien syntyminen ja kehittyminen kuvaa hyvin tätä.

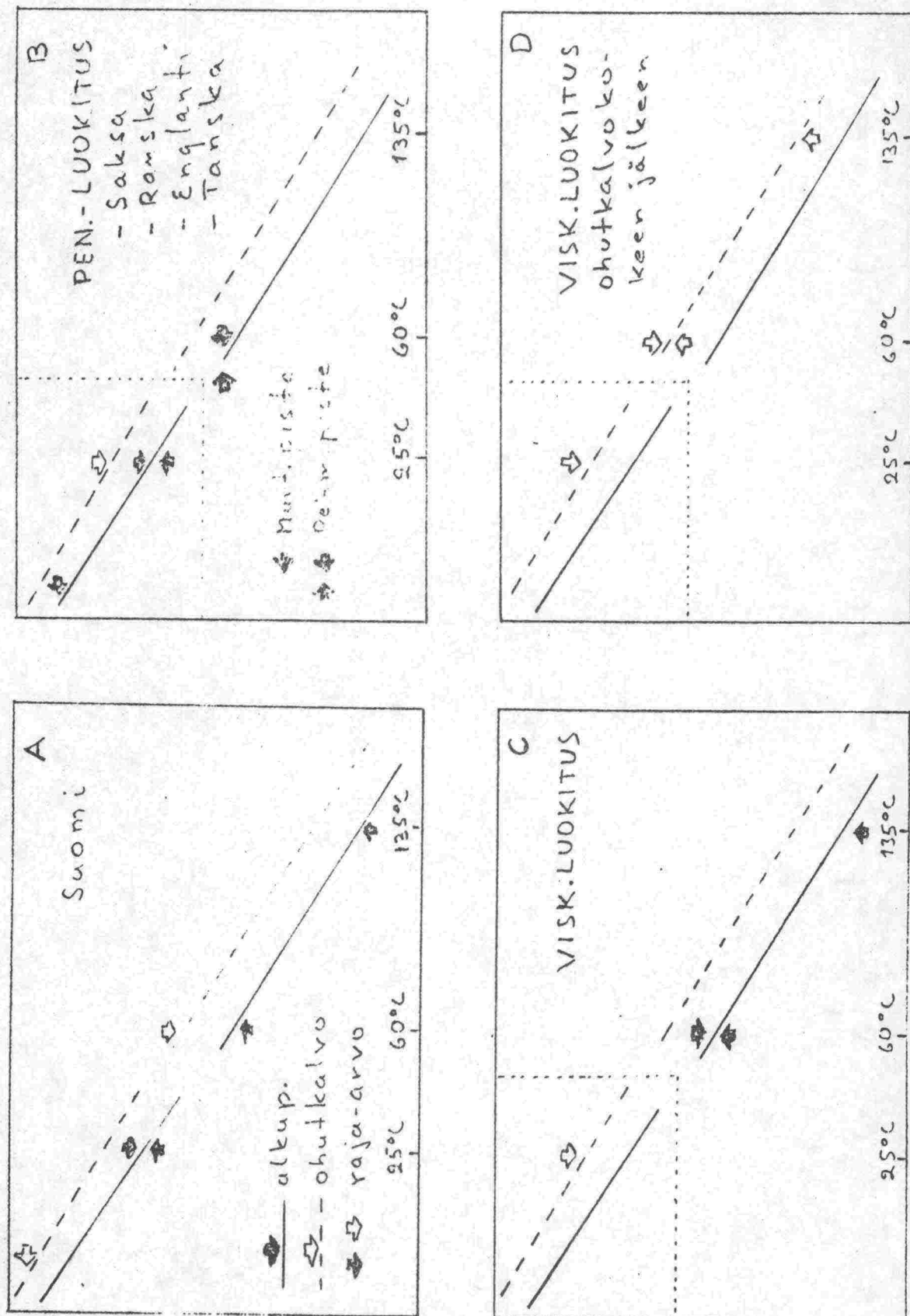
Kun verrataan eurooppalaisia laatuvaatimuksia USA:ssa ja Kanadassa käytettyihin, voidaan todeta, että (taulukot 3-1 ja 3-2)

- viskositeettiluokitusta ei ole otettu käyttöön Euroopassa
- kovuusluokitus ohutkalvokokeen jälkeen on käytössä vain USA:ssa ja Kanadassa
- alle 0°C:n lämpötilassa on vaatimusero vain eurooppalaisissa normeissa (murtumispiste)
- kovenemistaipumus spesifioidaan Euroopassa yleisimmin tunkeuman muutoksella, Pohjoismaissa kuitenkin 60°C viskositeetin muutoksella. Tunkeuman muutos ilmaistaan useimmin suhteellisenä (tunkeuman saanto). Viskositeetin muutokselle on annettu sekä sallittuja absoluuttisia maksimi-arvoja että sallittuja suhteellisia muutoksia, viskositeettisuhteita.
- penetraatioindeksi on käytössä vain Sveitsin, Hollannin ja Belgian normeissa
- kemiallisia laatuvaatimuksia ei spesifikaatioissa esiinny lukuunottamatta parafiinivaatimusta Saksan ja Ranskan normeissa.

Laatuvaatimuksia koskevista artikkeleista ja tutkimuksista tulee selvästi ilmi tarve bitumin laatuvaatimuksille 0°C:ssa ja sitä alemmissa lämpötiloissa, mutta samalla myös vaikeus mitata bitumin ominaisuuksia tällä alueella. Murtumispistevaatimusta ei pidetä hyvänä tulosten hajonnasta johtuen. Useissa tutkimuksissa on voitu osoittaa, että penetraatioindeksillä saadaan käytännön tarpeita varten riittävä kuva bitumin kylmäominaisuuksista, mutta laatuvaatimukseen ei penetraatioindeksiä yleisesti otettu.

Laatuvaatimuksissa on yleensä spesifioitu erikseen viskositeetti ja tunkeuma-alue. Laatuvaatimusten kehityshistoria ja asiaa koskevat tutkimukset osoittavat, että erillinen spesifiointi on välttämätöntä.

KUVA 3-1. BITUMIN JÄYKKYYDEN JA KOVENEMISEN KUVAAMISTAPA
ERILAISSISSA LAATUVAATIMUKSISSA



TAULUKKO 3-2. USA:N JA KANADAN LAATUVAATIMUKSIA

LAATIJA		A S T M			A A S H T O			PENNS.	SASKATCH.	BR.COLUMBIA*	
LUOKITUSOMINAISUUS LUOKITUSVAIHE		PEN. ALKUP.	VISK. ALKUP.	VISK. RTFOT	PEN. ALKUP.	VISK. ALKUP.	VISK. RTFOT	VISK. ALKUP.	VISK. ALKUP.	TUNKEUMA TFOT:N JÄLK.	
TUNKEUMA 25°C		x	+		x	+		x		x	
TUNKEUMA 10°C										+	
TUNKEUMA 4°C										+	
PEHMENEMISPISTE											
MURTUMISPISTE											
VENYMÄ		+			+						
VISKOSITEETTI 25°C								+			
VISKOSITEETTI 60°C			x			x		x	x		
VISKOSITEETTI 135°C			+			+		+	+	+	
LEIMAHDUSPISTE			+	+	+	+	+	+	+		
LIUKOISUUS			+	+	+	+	+	+	+		
LÄMMITYSPAINOHÄVIÖ					-				-		
TÄPLÄTESTI					neg.	neg.					
OHUTKALVOKOE	TUNKEUMA 25°C			+			+				
	TUNKEUMAN SAANTO	+		+	+				+		
	VENYMÄ	+	+	+	+	+		+			
	VISKOSITEETTISUHDE		-								
	VISKOSITEETTI 60°C			x		-	x	-	-		
VISKOSITEETTI 135°C				+			+				

x = luokitusominaisuus
 x = ylä- ja alaraja

+ alaraja
 - yläaraja

* Kokeiluspesifikaatio
 (periaatekuva, tunkeu-
 ma-arvojen sallitaan
 liikkuvan bitumityypis-
 tä ja abs.arvosta riip-
 puen.)

TAULUKKO 3-3. BITUMIEMULSIOIDEN LAATUVAATIMUSPERUSTEITA

Spesifikaatio Laatuominaisuus	SUOMI	RUOTSI	SAKSA	RANSKA	USA
VISKOSITEETTI	x	x	-	+ x -	x
MURTUMISNOPEUS (1)	0	0	0	0	0
SEULONTAJÄÄNNÖS	-	-	-	-	-
BITUMIPITOISUUS	+	+	-	-	+
LIUOTINPITOISUUS	-	-	-	-	-
VESIPITOISUUS	-	-	-	-	-
VARASTOINTIKESTÄVYYS	-	-	-	-	-
- laskeuma 5 h	-	-	-	-	-
- seulontajäännös	-	-	-	-	-
- viskositeetti	-	x	-	-	-
BITUMILAJI	-	-	(2)	-	-
BITUMIN OMINAISUUDET (3)	-	(4)	-	-	-
- tunkeuma	x	-	-	-	x
- pehmenemispiste	-	-	x	-	-
- tuhka	-	-	-	-	-
- liukoisuus	-	-	+	-	+
HIUKKASVARAUS	-	-	0	0	-
TARTTUVUUS	-	-	0	0	-

Merkkien selitys:

x = minimi- ja
maksimiraja

+ = minimiraja

- = maksimiraja

0 = vaatimus on

tyhjä = vaatimusta
ei ole

■ = lajiluokitus-
ominaisuus

Huomautukset: 1) Useita erilaisia menetelmiä, tuloksen merkitys vaihtelee murtumisluokkaa ilmaisevasta toiminnallisuuden jonkinasteiseen ilmaisemiseen.

2) Sovitaan tuottajan ja käyttäjän kesken.

3) Emulsiosta erotetun bitumin ominaisuudet.

4. RAAKAÖLJYYN JA VALMISTUSMENETELMÄÄN PERUSTUVAT LAATU-KRITEERIT

Tuotteen laatu riippuu raaka-aineesta, valmistustekniikasta, huolellisuudesta ja tuotehygieniasta. Bitumituotteilla on raaka-aineen laatu ainakin toistaiseksi merkitsevin. Valmistustekniikalla voidaan vaikuttaa laatuun, mutta ei vielä siinä määrässä, että raaka-aineen vaikutus voitaisiin kokonaan eliminoida.

Tuottajat ovat pyrkineet valmistamaan bitumituotteet tietyistä koetelluista raakaöljyistä. Muutoksia on jouduttu tietysti tekemään raakaöljyn saatavuuden tai taloudellisten seikkojen johdosta.

Tunnetaan kaksi suurehkoa raakaöljytyyppin muutostapahumaa. Ensimmäinen oli, kun siirryttiin meksikolaisesta raakaöljystä venezuelalaisiin raakaöljyihin ja toinen, kun siirryttiin käyttämään Lähi-Idän öljyjä.

Molempiin muutoksiin liittyi laatukriisi. Maailmanlaajuisesti katsottiin bitumin laadun muuttuneen siten, että päällysteet eivät enää kestäneet sitä mitä ennen. Tyypillistä oli, että kun uudesta raaka-ainelähteestä tehtyjä bitumeja totuttiin käyttämään, ongelmat poistuivat. Tosin vielä nykyäänkin esitetään käsityksiä, että Lähi-Idän öljyistä ei saada niin hyvää bitumia kuin venezuelalaisista.

On luonnollista, että bitumin käyttäjät ovat pyrkineet vaikuttamaan tuottajien raaka-ainevalintoihin bitumisten sideaineiden valmistuksen osalta. Tuottajat taas ovat halunneet ja yleensä pystyneet pitämään itsellensä päätäntävällän raakaöljyn ja valmistustavan valinnassa. Käytäntö Suomessa on tässä suhteessa poikennut muiden maiden käytännöstä.

Valmistustapaa koskevia vaatimuksia ei yleensä ole ilmaistu. Valmistustapa tulee useissa normeissa ilmaistuksi bitumin määritelmän kautta, esim. bitumi on raakaöljystä tislusjäännöksenä saatava tuote.

Viime vuosina sattuneiden päällystevaurioiden johdosta on käyttäjien ja alan organisaatioiden taholta painotettu, että bitumien valmistuksessa tulisi pysytellä vakiintuneissa raakaöljyissä ja valmistusmenetelmissä.

Öllykaupassa ja öljynjalostuksen kannattavuudessa on tapahtumassa kehitystä, joka vaikeuttaa ja tekee ennen pitkää mahdottomaksi sen, että bitumin laatu turvattaisiin sitomalla valmistus tiettyyn raakaöljyyn ja valmistustekniikkaan. Syitä tähän ovat

1. Kaupalliset raakaöljyt tulevat olemaan tuntemattomia vaihtelevia seoksia eri lähteistä ja kentiltä.
2. Bitumin valmistukseen yleensä käytettyjen

raskaiden raakaöljyjen jalostuksen kannattavuus on laskenut.

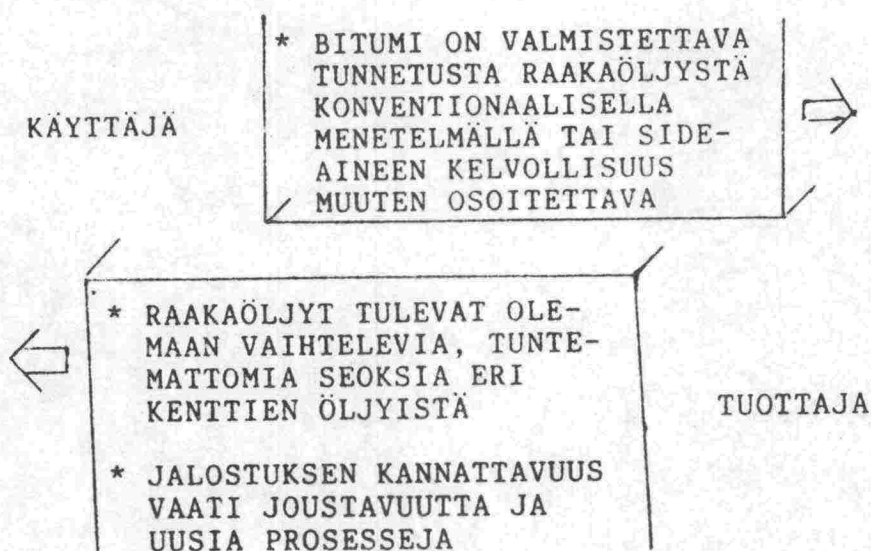
3. Öljynjalostuksen yleinen kannattavuus vaatii joustavuutta raaka-aine- ja jalostusyksikkövalinnassa.

Vaikka ala olisi valmis kantamaan raakaöljysidonnaisuudesta johtuvat ylimääräiset kustannukset, ei tarkoitus- ta saavuteta, koska samalla nimellä myytävä raakaöljy voi muuttua. Yleensä muutokset tapahtuvat hitaasti, mutta vastakkaisiakin esimerkkejä on todettu.

Raakaöljytyypin nimeäminen ei myöskään tuo ratkaisua, sillä raakaöljytyyppi nimetään raakaöljyn - ei bitumin - kemiallisen luonteen mukaan. Nafteenisen raakaöljyn bitumi voi olla parafiininen ja päinvastoin. Esimerkiksi nk. venäläinen raakaöljy ja Safaniya-raakaöljy ovat raakaöljyinä molemmat parafiinis-nafteenisia, mutta bitumit eroavat ominaisuuksiltaan.

Bitumin laadunvarmistus tulisi edellä olevista syistä johtuen perustua teknillisille laatuvaatimuksille. Nämä ovat myös ajallisesti ainoat kysymykseen tulevat valmistus- ja jakelutilanteessa. Käyttökelpoisuuden osoitukseen ja -seurantaan pitemmällä ajanjaksolla voidaan käyttää asfalttimassojen lujuustutkimuksia, koerata-ajoja ja koeteitä.

Samasta syystä tulisi bitumin toimittussopimuksissa pyrkiä vapautumaan raakaöljy- tai raakaöljytyyppisidonnaisuudesta, koska niillä ei tulevaisuudessa saada aiottua tarkoitusta.



KUVA 4-1. TUOTTAJAN JA KÄYTTÄJÄN NÄKEMYKSET BITUMIN RAAKA-AINEVALINNASTA.

Bitumien raakaöljypohja saattaa lähitulevaisuudessa vaihdella enemmän kuin tähän asti. Niinikään valmistusmenetelmät kehittyvät. Jo nyt käytetään modifioituja bitumeja ja niiden osuus lisääntyy. Kaikki edellämainitut seikat merkitsevät sitä, että laatuvaatimukset eivät enää nykyisessä määrässä kuvaa bitumin toimivuutta. Toiminnallisten laatuvaatimusten kehittäminen on siten hyvin tärkeää. Muutoin ajaudutaan kuvan 4-1 esittämistä syistä johtuen aikaisempia vakavampaan laatukriisiin.

5. ERÄITÄ LAADUNVARMISTUSJÄRJESTELMIÄ

Sivu

5.1	Neste Oy:n laatujärjestelmä.....	56
5.2	AB Nynäs Petroleumin laatujärjestelmä..	57
5.3	Urakoitsijoiden laatujärjestelmä.....	58
5.4	Ruotsin tielaitoksen laatujärjestelmä..	59
5.5	Menettelytavat, kun tuote ei täytä laatuvaatimuksia.....	60

5.1 Neste Oy:n laatu järjestelmä

Neste Oy:llä on pitkäaikainen toimitussopimus TVH:n kanssa. Sopimuksessa on todettu raakaöljytyypit, joista bitumituotteet valmistetaan sekä annetaan tekniset laatuvaatimukset eri tuotteille. Perussopimuksen laatuvaatimukset tarkennetaan vuosittain.

Neste-TVH - sopimuksen laatuvaatimukset ovat yleisesti ottaen seuranneet asfalttipäällystenormien laatuvaatimuksia, mutta tarpeen vaatiessa normien vaatimuksista on voitu poiketa sopimuksin.

Neste Oy:llä on jokaiselle tuotteelle kirjalliset valmistusohjeet, joissa on myös todettu tuotteen laatuvaatimukset. Lisäksi niissä on annettu tuotannon laadun hyväksymisessä käytettävät laatuvaatimuksia tiukemmat vaatimukset.

Jokaisesta tuote-erästä tutkitaan kaikki laatuvaatimuksiin kuuluvat ominaisuudet. Jakelukatkojen välttämiseksi tuote-erä voidaan hyväksyä jakeluun, kun siitä on tehty karakteristiset ominaisuudet, ominaisuudet, joiden perusteella voidaan todeta, että kaikki loputkin ominaisuudet täyttävät laatuvaatimukset. Tuote-erän analyysi tehdään kuitenkin aina loppuun.

Toimituksen laatu varmistetaan siten, että jokaiselle lajille on oma jakelujärjestelmä. Näytteenotto ja analysointi kuormakohtaisesti ei ole tarkoituksenmukaista, koska analysointi kestää niin kauan, että tuote on käytetty ennen analyysin valmistumista. Jos tuote-erä on jakelussa pitempään, tutkitaan sen laatu joka kuukausi tai, jos aihetta ilmenee, useammin. Jalostamoilla vaihto on niin suuri, että tuote-erän varastointiaika jää yleensä lyhyemmäksi kuin kuukausi. Linjasekoitus ei ole käytössä, koska ei ole tultu vakuuttuneeksi ko. laitteiden luotettavuudesta.

Toimitussopimuksen mukaan laatu vastuu siirtyy pois Nesteeltä, kun tuote on siirretty kuljetuskalustoon. Nesteen kanssa kuljetussopimuksen tehneen kaluston kuntoa seurataan tarkistuksin Nesteen toimesta. Kuljettajille järjestetään koulutus päiviä, joilla kuljettajien ammattitaito pidetään yllä.

Neste Tutkimuskeskuksessa tehdään määräajoin bitumeista laaja analyysi, jossa tutkitaan tuotteiden reologiset ominaisuudet monipuolisesti ja laajalla lämpötila-alueella. Niinikään seurataan komponenttianalyysillä kemiallisen koostumuksen mahdollisia muutoksia. Mekaanisten ja fysiko-kemiallisten ominaisuuksien antamaa kuvaa täydentävät päällystekoe-kappaleilla tehdyt tutkimukset. Bitumin valmistukseen sopivien potentiaalisten raakaöljyjen kohdalla edellä mainittujen kaltaiset selvitykset ovat varsin laajat päättyen koerata-ajoihin.

5.2

AB Nynäs Petroleumin laatujärjestelmä

AB Nynäs Petroleum valmistaa valtaosan Ruotsissa käytetyistä bitumituotteista. Seuraava kuvaus Nynäsin laatujärjestelmästä perustuu tietoihin, jotka ovat peräisin eri lähteistä.

Nynäs on koonnut kaikki laatutavoitteita, laadunohjausta ja laadunvarmistusta koskevat toimenpideohjeet laatukäsikirjaksi. Käsikirjassa annetaan ohjeet valmistuksessa, käsittelyssä, varastoinnissa ja jakelussa noudatettavasta laadunvalvonnasta. Käsikirjassa annetaan niinikään ohjeet siitä, miten valvotaan, että tuote täyttää normien ja toimitussopimuksen laatuvaatimukset.

Valmistuksen ja toimituksen laatu valvotaan tutkimalla tuotteesta vain muutama karakteristinen ominaisuus. Analyysitiheys on kullekin tuotteelle ja käsittelyvaiheelle ominainen.

Niin kutsutussa normianalyysissä tehdään kaikki laatuvaatimuksiin kuuluvat analyysit. Normianalyysin tulokset toimitetaan sopimuksen mukaan tiet laitoksen tietoon. Normianalyysi tehdään tyypillisesti kustakin tuotteesta 30...40 kertaa vuodessa.

Bitumituotteiden täysanalyysissä tutkitaan normiominaisuuksien lisäksi muitakin fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia kuten jäykkyysmoduli, termomekaaninen analyysi, komponenttianalyysi jne. Täysanalyysillä halutaan varmistaa laatu pitemmällä tähtäyksellä, ennakoida muutoksia raaka-aineessa ja oppia ja lisätä tietoja tuotteesta. Näitä tuloksia hyödynnetään tuotekehittämissä ja markkinoinnissa.

Täysanalyysin antamaa kuvaa täydennetään päällystetutkimuksilla, erilaisista sideaineista tehtyjen päällystekoekappaleiden lujuusanalyysillä.

Täysanalyysin ja päällystetutkimusten tuloksia ei toimiteta automaattisesti asiakkaiden tietoon. Tuloksia esitellään kylläkin neuvotteluissa, artikkeleissa ja esitelmissä. Ne palvelevat perimmäisessä mielessä laadunohjausta pitemmällä tähtäyksellä.

Kun verrataan Nesteen ja Nynäsin laatujärjestelmiä, havaitaan niiden olevan hyvin pitkälle samankaltaiset. Yksi periaatteellinen ero on: Nynäs ei ilmoita, mistä raakaöljystä ja miten tuotteet on tehty. Aikaisemmin tämä linja oli hyvin tiukka, nyt Nynäs ilmoittaa käyttävänsä venezuelalaista raakaöljyä bitumien valmistukseen. Tuotteiden lajimerkintöjen ja analyysitulosten perusteella osa tuotteista on valmistettu puhaltamalla.

5.3 Urakoitsijoiden laatujärjestelmä

Yhtenäistä, selvää ohjeistoa tuotteen vastaanotto-tarkastukselle, käsittelylle tai laadun seurannalle ei tiettävästi ole yksittäisillä urakoitsijoilla tai järjestöillä. Tilanne esitetään tämänkaltaiseksi sekä Suomen, Ruotsin että Norjan urakoitsijakunnan piirissä, joihin tämän selvityksen puitteissa oltiin yhteydessä. Yhteistä oli myös seuraava kuvaus vastaanottotarkastuksen tavanomaisesta kulusta.

Toimitettua sideainetta ei säännöllisesti tutkita tai tutkituteta. Urakoitsijat, joilla on laboratorioresursseja yli asfalttimassan valmistuskontrollin, ottavat silloin tällöin pistonäytteen, josta määritetään yleensä vain tunkeuma ja pehmenemispiste.

Työmaalle saapunut bitumituote tutkitutetaan urakoitsijoiden toimesta vain mikäli sideaineella on poikkeava ulkonäkö tai haju tai siitä valmistettu päällyste poikkeaa ominaisuuksiltaan tavanomaisesta. Analyysit tehdään tavallisimmin tielaboratoriossa. Tarkistuksia - so. poikkeama ei ole aivan selvä - teetetään toimittajan laboratoriossa.

Urakoitsijoiden järjestämissä työmaahenkilöstön koulutustilaisuuksissa puhutaan vastaanottovalvonnasta ja -tarkastuksesta. Käytäntö työmailla on kuitenkin kirjavaa.

Kaikki haastatellut urakoitsijat totesivat tarpeelliseksi vastaanottotarkastusohjeiston laadinnan, käytännön yhtenäistämisen ja koulutuksen.

Tilanne esitettiin edellä olevan kaltaiseksi myös Ruotsin ja Norjan urakoitsijakunnan piirissä.

Suomessa tapahtuu valtaosa päällystystyöstä urakoitsijoiden toimesta. Päävastuu vastaanottotarkastuksen luontoisesta laadunvalvonnasta on käytännössä urakoitsijoilla. Tätä taustaa vasten tulisi urakoitsijoiden käytössä olla selvä ja yhtenäinen vastaanottotarkastusohjeisto (katso kohta 6.3 käyttäjän laatusuunnitelma).

5.4

Ruotsin tielaitoksen laatujärjestelmä

Ruotsin tielaitos ostaa itse noin 1/3 Ruotsissa käytetyistä sideaineista. Tuotteiden laatua valvotaan kolmella tasolla; toimittajan normianalyysien avulla, Väg och Trafik Institut'in ottamien näytteiden perusteella ja toimittajan jakelupaikoilla tehdyillä tarkastus- ja seurantakäynneillä.

5.41 Toimittajan normianalyysit

Bitumituotteiden toimittaja tekee aika-ajoin tuotteistansa nk. normianalyysin. Tässä analyysissä tutkitaan tuotteesta kaikki normeissa tai toimitussopimuksessa mainitut ominaisuudet. Normianalyysin tulokset toimitetaan Vägverketin tietoon.

5.42 Väg och Trafik Institut'in (VTI) analyysit

VTI suorittaa Vägverketin toimeksiannosta bitumituotteiden laadunseurantaa. Vuosittain VTI analysoi 30...40 bitumia, 10...15 liuosta, 15...20 bitumiöljyä ja 15...20 emulsiota.

VTI suorittaa itse tavallisesti näytteenoton ja se tapahtuu joko toimittajan säiliöstä tai toimituksen yhteydessä. Näytteenoton ajankohta määrätään arpoamalla. Lisäksi otetaan harkinnanmukaisia näytteitä.

Näytteistä analysoidaan kaikki normiominaisuudet. Näiden lisäksi tutkitaan myös muita fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia kuten esim. penetraatioindeksi, happoluku, jähmepiste (bitumiöljy) ja amiinin kulutus.

VTI:n vuosiraportti laatuseurannasta sisältää selostuksen muutoksista, kehitystrendeistä jne. Vast'ikään on ilmestynyt kokooma laatuseurannan tuloksista vuodelta 1976...1983 (Meddelande 408, 1984).

VTI:n laatuseurannan tavoitteena on kerätä datapankkia sideaineen ominaisuuksista ja tämän avulla seurata laatuvaatimusten tarkoituksenmukaisuutta.

5.43 Tarkastus- ja valvontakäynnit

Ruotsin tielaitos suorittaa tarkastus- ja seurantakäyntejä toimittajan varastoilla ja lähettämöillä. Tarkastuskäynti voidaan suorittaa ennalta ilmoittamatta. Käynneillä varmistetaan, että tuotteiden valmistus- ja käsittely sekä laadunvalvonta on sopimuksien mukaista ja asiallista. Käynnin aikana voidaan ottaa haluttaessa näytteitä.

5.5 Menettelytavat, kun tuote ei täytä laatuvaatimuksia

Bitumi on yleensä jo käytetty, kun vastaanottotarkastuksen analyysitulokset valmistuvat. Mahdollinen laatuvirhe havaitaan useimmiten päällysteen ominaisuuksista.

Tavallisin menettelytapa on antaa puolueettoman laboratorion tutkia päällystenäyte. Tällaisissa tapauksissa tulisi aina tarkastella koko kokonaisuutta eikä vain sideaineen ominaisuuksia myötävaikuttavien ominaisuuksien ja korjaustapojen löytämiseksi.

Missään maassa ei tiettävästi ole käytössä arvonvähennysmenetelmää sideaineiden osalta. Laatupoikkeamista mahdollisesti maksettavat korvaukset perustuvat toimittajan ja käyttäjän väliseen sopimukseen tapaus tapaukselta. Korvauksiin johtavissa poikkeamissa on yleensä käytettävissä kolmannen, puolueettoman osapuolen lausunto.

Analyysimenetelmiin liittyy aina satunnainen virhe; samasta näytteestä mitatun ominaisuuden mittaustulokset poikkeavat toisistaan. Analyysitulokseen liittyy aina menetelmästä riippuva hajonta. Laatuvaatimuksista poikkeava tulos ei siten välttämättä merkitse sitä, että tuote ei täyttäisi laatuvaatimusta. Bitumituotteiden analyysimenetelmien hajonta on usein huomattava.

Menetelmähajonnasta johtuen voi tuotteen ostaja saada vastaanottoanalyysissään tuloksen, joka ei täytä laatuvaatimusta, vaikka valmistajan analyysi osoittaa tuotteen olevan kunnossa. Tällaista tilannetta koskevat menettelyohjeet on annettu esim. normissa ISO 4259.

Tämän normin ohjeen mukaan laatuvaatimusta verrataan valmistajan ja ostajan analyysien keskiarvoon. Jos keskiarvo ei täytä laatuvaatimusta, on normin mukaan tuote analysoitava kolmannessa, puolueettomassa laboratoriossa.

Normissa annetaan lisäksi ohjeet siitä kuinka paljon valmistajan ja ostajan analyysitulosta saa enintään poiketa, jotta analyysi olisi tehty samalla tavalla. Normi edellyttää lisäksi, että valmistajan on tehtävä tuote vähän "paremmaksi" kuin laatuvaatimus. Normi antaa myös ohjeen siitä, kuinka paljon ostajan analyysitulosta voi poiketa laatuvaatimuksesta ennenkuin on syytä epäillä, ettei tuote täytä laatuvaatimusta.

ISO 4259 -normi on kansallisena normina käytössä mm. Ruotsissa. Neste Oy on bitumituotteiden valmistuksessa noudattanut ko. normin valmistajaa koskevia ohjeita.

6. KEHITYSTARPEET

		Sivu
6.1	Lähtökohta.....	62
6.2	Suunnittelulaatu.....	64
6.3	Tuottajan ja käyttäjän laatu- suunnitelmat.....	68
6.4	Selvitys- ja kehityskohteiden kokooma..	69

6.1

Lähtökohta

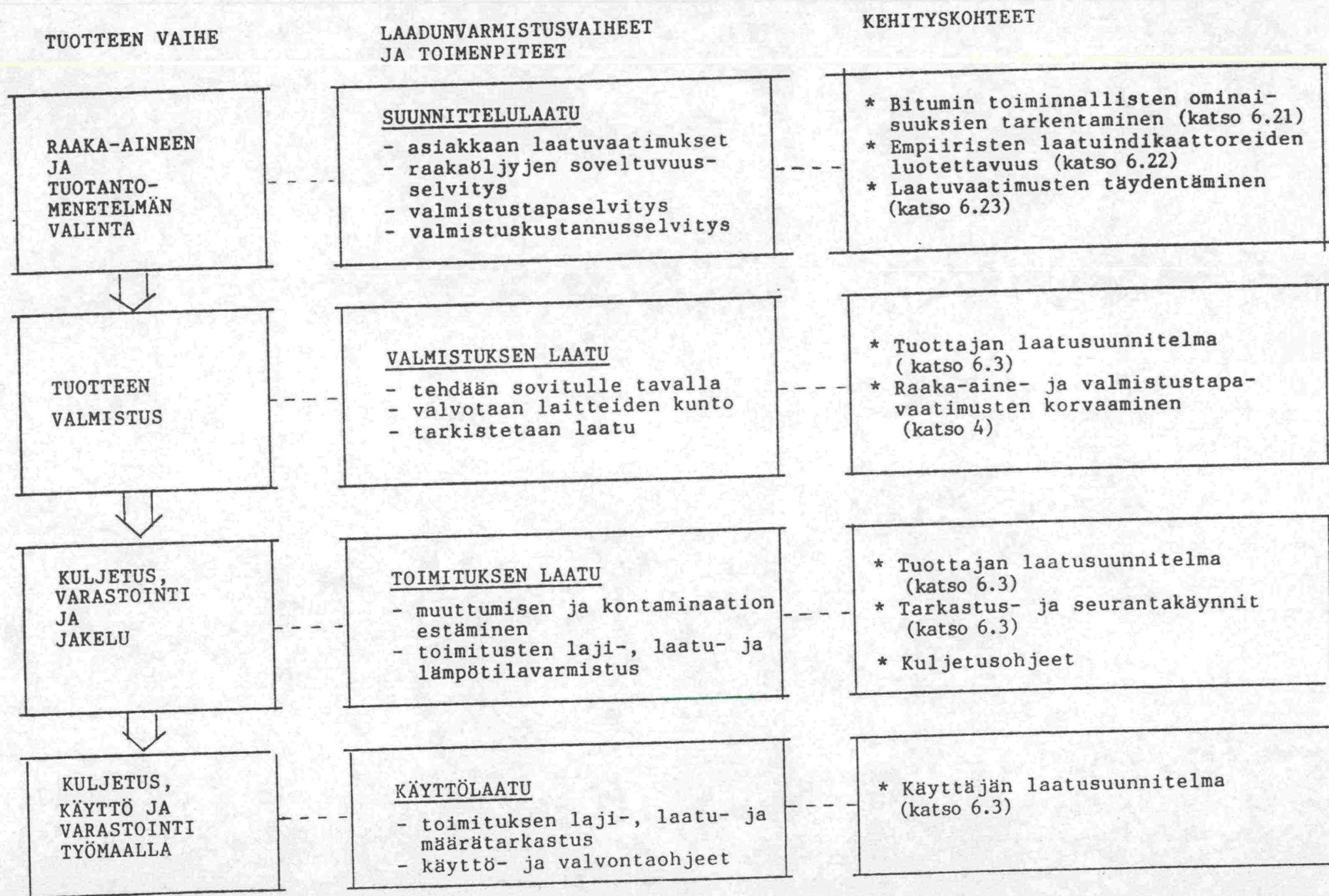
Tuotteen käyttökelpoisuus eli laatu sekä laadun tasaisuus ja pysyvyys pitäisi voida kuvata laatuvaatimuksilla. Bitumituotteiden kohdalla on olemassa erilaisia käsityksiä siitä, miten hyvin laatuominaisuudet kuvaavat todellista suorituskkyä.

Laadunvarmistus on ennenkaikkea kiinni toimintaominaisuuksia riittävästi kuvaavista laatuvaatimuksista ja niiden toteamisessa käytettävistä laitteista ja menetelmistä. Vaatimuservot tulee perustua käyttökohteen asettamille vaatimuksille, toisin sanoen tuotteella on oltava oikea suunnittelulaatu. Suunnittelulaatu määrittyy siis käytännön kokemusten ja tutkimustulosten perusteella.

Käyttökohteessa laatu riippuu lisäksi siitä, miten hyvin suunnittelulaatu on voitu toteuttaa tuotannossa ja säilyttää jakeluketjussa muuttumattomana ja kontaminoitumattomana. Muuttumattomuus tulee voida todeta vastaanottotarkastuksessa analyysillä ja aistinvaraisilla havainnoilla.

Kuvassa 6-2 on havainnollistettu laadunvarmistuksen eri vaiheet, varmistustoimenpiteet ja kehityskohteet. Näitä on käsitelty lähemmin kutakin erikseen seuraavissa kappaleissa.

KUVA 6-1. LAADUNVARMISTUS JA KEHITYSKOhteet



6.2 Suunnittelulaatu

Laadun suunnittelussa selvitetään millainen laatu on ko. käyttötarkoituksessa tarpeellinen ja valmistuskustannuksiltaan järkevä.

6.21 Toiminnalliset ominaisuudet

Ne bitumin keskeiset reologiset ominaisuudet ja murtuvuusominaisuudet tunnetaan, jotka vaikuttavat päällysteen mekaanisiin lujuusominaisuuksiin. Ne voidaan myös tyydyttävästi kuvata nykyisillä laatuvaatimusominaisuuksilla tavanomaisten bitumien osalta. Eräiden osa-alueiden reologiasta tarvitaan tarkistuksia.

Tarttuvuus ja kovenemistaipumus testataan nykyisin ilmiötä simuloivalla kokeella. Laboratoriosimulointi ei aina kuvaa ilmiötä oikeassa suhteessa ja vääriä tulkintoja voi joskus esiintyä. Tarttuvuuteen vaikuttavia bitumin funktionaalisia ryhmiä ei tunneta.

Bitumin ominaisuuksien ymmärtämiseksi ja yksityiskohden selventämiseksi on kolloidisen rakenteen tutkiminen aiheellista pitkän tähtäyksen projektina.

Toiminnallisia ominaisuuksia koskevat selvitys- ja kehityskohteet ovat:

- | | |
|-----------------|--|
| Kehityskohde 1. | Bitumin reologia $-10...+10^{\circ}\text{C}$ ja $+40...+50^{\circ}\text{C}$:n lämpötila-alueilla. |
| Kehityskohde 2. | Bitumiöljyn alhaisen lämpötilan reologia. |
| Kehityskohde 3. | Tarttuvuuteen vaikuttavien funktionaalisten ryhmien selvitys. |
| Kehityskohde 4. | Bitumin kolloidisen rakenteen selvitys. |

6.22 Laatuvaatimuksien luotettavuus

Laatuvaatimuksissa määritellään bitumin laatu osin todellisilla toiminnallisilla ominaisuuksilla, osin empiirisillä laatuindikaattoreilla. Viimeksi mainittu kuvaavat yleensä hyvin myös toiminnallisia ominaisuuksia. On aihetta kuitenkin huomata, että empiiristen laatuindikaattoreiden ja toiminnallisten ominaisuuksien yhteys on kokeellinen ja esitetyt riippuvuudet ovat havaintojoukon keskiarvoja.

Yksittäisen bitumityypin osalta empiiristen laatu-testien luotettavuus riippuu ensiksikin siitä, onko kokeelliset yhteydet voimassa ko. bitumityypille ja toiseksi siitä, kuinka paljon ko. bitumi poikkeaa

keskiarvosta. Tavanomaisille bitumeille ovat empiiriset laatutestit osoittautuneet yleensä riittäviksi. Jos bitumin ominaisuuksia on muokattu voimakkaasti tai modifioitu lisäaineilla, voivat nykyiset laatutestit olla riittämättömät.

Laatuvaatimusten luotettavuuteen liittyvä kehitystarve on:

Kehityskohde 5. Empiiristen laatutestien ja toiminnallisten ominaisuuksien korrelaatioiden tarkistus.

6.23 Laatuvaatimusten muutokset ja täydennykset

PTL:n laatuvaatimusehdotus, joka Suomessa on käytössä, on edelleenkin eräs parhaita periaatteiltaan ja rakenteeltaan. Yksityiskohdissa toki on ilmennyt parantamis- ja täydentämistarpeita.

6.23.1 Penetraatioindeksi

Bitumin jäykkyyden (kovuuden) lämpötilariippuvuus on heikosti määritelty nykyisissä laatuvaatimuksissa. Jäykkyyden lämpötilariippuvuus määritellään tavallisesti penetraatioindeksillä. Penetraatioindeksin vaatimuservojen määrittelyä varten tarvitaan selvitys siitä, mikä merkitys penetraatioindeksillä on erilaisissa kuormitustilanteissa sekä alhaisissa että korkeissa lämpötiloissa.

6.23.2 Venymätesti

Venymätesti ei ole nykyisessä muodossaan tarkoituksenmukainen laatuominaisuus. Nykyisellään sitä voidaan korkeintaan käyttää kynnystestinä ts. vaatimuksen ylittävien venymäarvojen suuruussuhteilla ei ole merkitystä laatukriteerinä.

6.23.3 Ohutkalvokoe

Päällysteessä tapahtuvasta bitumin kovenemisen luonteesta on erilaisia käsityksiä. Tarvitaan selvitys siitä, miten hyvin ohutkalvokoe ennustaa kokonaiskovenemista ja reologisen luonteen muuttumista.

6.23.4 Vaatimuservot

Vaatimuservojen osalta on viskositeettitaso ongelmallisissa. Luotettavaa analyttistä menetelmää ei ole vaatimuservojen määrittelemiseksi, ne joudutaan arvioimaan käytännön kokemusten ja vertailevien laboratoriotutkimusten perusteella. Kaikkien Suomen olosuhteissa saatujen tulosten kokonaisvaltainen ja analyttinen käsittely voi antaa vaatimuservojen asettamiselle tarvittavat perusteet. Kysymys siitä, että annetaanko raja-arvot ennen vai jälkeen ohutkalvo-

kokeen, on tarkoituksenmukaisuuskysymys. Molemmilla tavoilla päästään yhtä hyvin toiminnallisiin ominaisuuksiin.

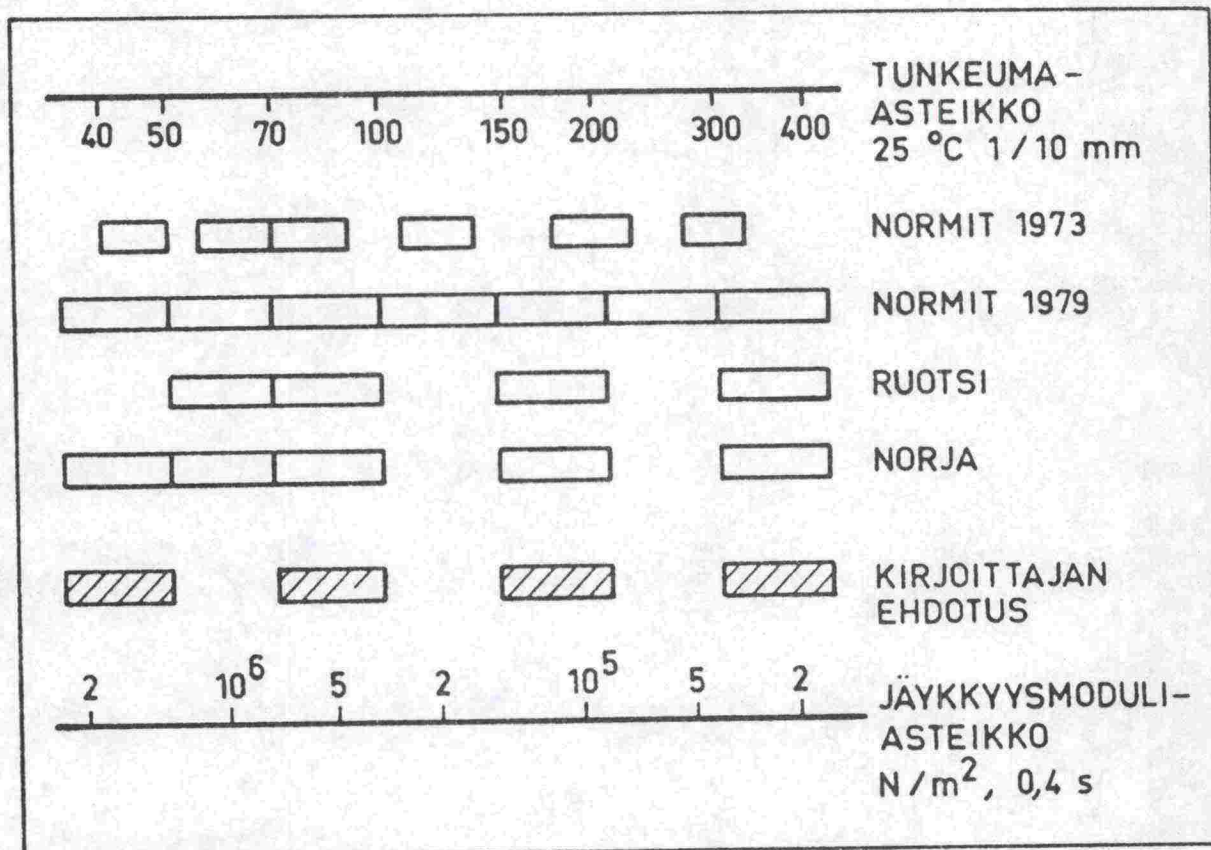
Nykyisissä laatuvaatimuksissa on bitumille seitsemän kovuusluokkaa. Luokat liittyvät toisiinsa, rakoa ei ole luokkien välillä. Kaikkia kovuusluokkia ei tarvita sideaineeksi tai liuosten ja emulsioiden valmistukseen. Luokkien liittyessä välittömästi toisiinsa on mahdollista, että eri kovuusluokkiin kuuluvilla tuotteilla ei olekaan haluttua jäykkyyseroa. Lajivalikoiman vähentäminen ohjaa käyttöä suositeltaviin lajeihin ja tuo rationalisointitietuja. Ehdotus uudeksi lajivalikoimaksi on kuvassa 6-2. Välilaatujen valmistus on aina mahdollista sekoittamalla.

Käyttökohteen vaatimustaso vaihtelee liikennemäärän, ilmastoalueen ja päällystetyypin mukaan. Etelä-Suomen valtatie pintaukselta ei vaadita niin suurta pakkaskestävyyttä kuin Pohjois-Suomen yksikerrospäällysteeltä. Vastaavasti ei Pohjois-Suomen olosuhteissa tarvita päällysteeltä niin suurta stabilisuutta kuin Etelä-Suomen teillä. Laatuominaisuuksien vaatimuserot vaikuttavat raaka-ainevalintaan ja siten niillä voi olla huomattava kansantaloudellinen merkitys ja myös suora vaikutus tuotteen hintatasoon. Tulisi selvittää, onko riittäviä teknillis-taloudellisia perusteita siirtyä kahden laatuluokan käyttöön, ts. käytössä olisi kahdet laatuvaatimukset, joissa yhden tai useamman ominaisuuden vaatimusero olisi eri tasoa.

Nykyisiä laatuvaatimuksia koskevat muutos- ja täydennystarpeet ovat:

- Kehityskohde 6. Penetraatioindeksin lisäys.
- Kehityskohde 7. Venymätestin tarpeellisuuden arviointi.
- Kehityskohde 8. Kokonaiskoveneminen ja reologisen luonteen muutos päällysteessä ja ohutkalvokokeessa.
- Kehityskohde 9. Bitumilta Suomessa vaadittava viskositeettitaso.
- Kehityskohde 10. Käyttölajien rationalisointi.
- Kehityskohde 11. Käyttökohteen vaatimusten mukaan luokitettut laatuvaatimukset.

KUVA 6-2. BITUMIN LAJILUOKITUSEHDOTUS



6.3

Tuottajan ja käyttäjän laatusuunnitelmat

Kunnollisen tuotteen laatu voi heikentyä väärän käsittelyn tai vieraiden aineiden sekaantumisen johdosta. Valmistus- ja käsittelyvirheiden, kontaminaatioiden ja yleensä inhimillisistä tekijöistä riippuvien virheiden estämisessä on tärkeää, että valmistus-, käsittely-, näytteenotto- ja muu vastaava ohjeisto on harkittu ja täydellinen. Tuotteesta tulee olla tehtynä laatusuunnitelma.

Tuottajan laatusuunnitelma sisältää kaikki laatuun vaikuttavat toimintaohjeet raaka-aineen tarkastuksesta tuotteen jakeluun ja edelleen reklamaatioiden käsittelyyn. Tuottajan laatusuunnitelmaan kuuluu tyypillisesti mm.

- * raaka-aineen tarkastusohjeet
- * laadunvalvontaohjeet valmistuksen eri vaiheissa
- * ohjeet tuotteen hyväksymisestä myyntiin
- * tuotteen käsittelyohjeet
- * reklamaatioiden käsittelyohjeet
- * henkilöstön laatutiedon ylläpito-ohjelma

Yhtäläillä kuin tuottajalla on laatusuunnitelma, on sellainen oltava myös tuotteen käyttäjällä. Käyttäjän laatusuunnitelma sisältää mm.

- * vastaanottotarkastusohjeet
- * näytteenotto-ohjelma ja -ohjeet
- * menettelytapaohjeet virheellisen toimituksen sattuessa tai sitä epäiltäessä
- * laatuominaisuuksien seuranta ja muutosten ennakointi

Lienee aihetta painottaa, että kysymys ei ole siitä, että ko. ohjeistoja ei olisi tai ettei niitä olisi käsitelty ostosopimusta tehtäessä, vaan siitä, että ne tulisivat puetuksi "laatusuunnitelman" muotoon ja voitaisiin liittää sopimusasiakirjoihin. Tällöin voidaan aina tarvittaessa tarkistaa sovittu käytäntö.

Kun laatusuunnitelmat annetaan toisen osapuolen kommentoitavaksi, vähentynevät epäilyt asiattoman käsittelyn, väärän näytteenoton tai huonon tuotehygienian aiheuttamista tuotevirheistä. Kun etukäteen on varmaa, että tuotteen käsittely on ollut asianmukaista ja näyte on edustava, ei suhtauduta epäillen vali-

tukseen ja korjaustoimenpiteisiin ryhdytään välittömästi.

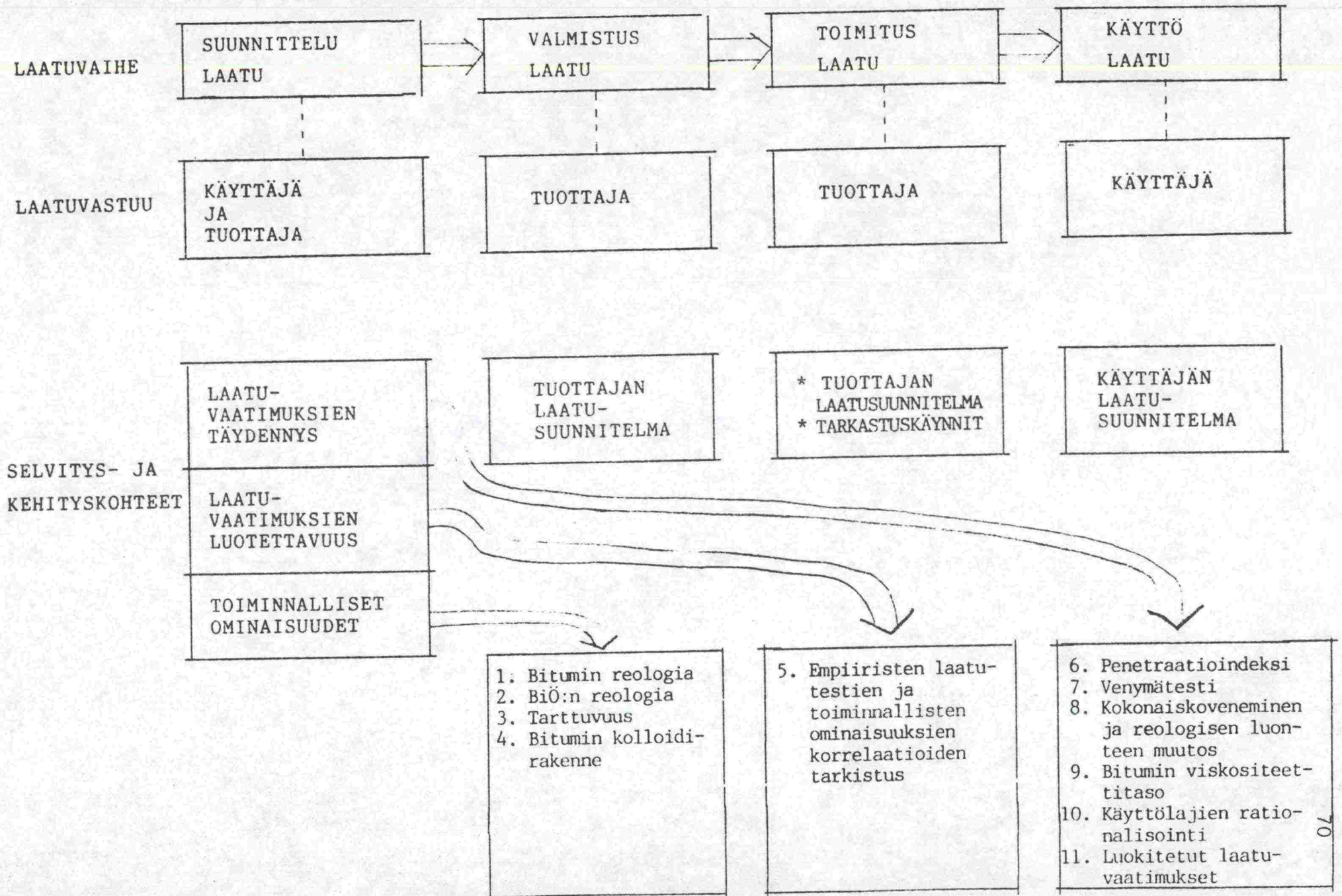
Bituminäytteiden analysointi kestää yleensä niin kauan, että vastaanottonäytteen analyysi valmistuu vasta tuotteen käytön jälkeen. Tällöin painottuu laadunvarmistus toimituksen laatuun. Varmuutta ja uskottavuutta toiminnan asiallisuuteen voidaan vielä lisätä, jos voidaan sopia käyttäjän tarkastus- ja seurantakäynneistä toimittajan varasto- ja jakelupaikoilla. Tarkastuskäyntiin tulisi liittää mahdollisuus näytteenottoon jakelusäiliöstä. Toimittajalla tulee olla vastaavasti mahdollisuus tarkistaa sovitut toimintatavat.

6.4

Selvitys- ja kehityskohteiden kokooma

Seuraavassa kuvassa on esitetty koottuna edellisissä kappaleissa perustellut kehityskohteet. Ne on samalla kohdistettu kulloinkin kyseessä olevaan laadunvarmistusvaiheeseen ja osapuoleen, jolla lähinnä on vastuu ko. toimenpiteistä.

KUVA 6-3. LAADUNVARMISTUKSEN KEHITYSKOhteET



PTL:n LAATUVAATIMUSEHDOTUS

BINDEMEDELKOMMITTENS FÖRSLAG ÅR 1975

FÖRSLAG TIL NYE ASFALTSPESIFIKASJONER FOR NORDEN

<u>Originalt materiale:</u>									
Penetrasjon (100 g, 5 sek., 25°C)	ASTM D5	min.-maks.	35-50	50-70	70-100	100-145	145-210	210-300	300-430
Viskositet 60°C, N·s/m ² (1 N·s/m ² = 10 Poise)	ASTM D2171	min.	300	200	120	80	50	30	20
Viskositet 135°C, mm ² /s (1 mm ² /s = 1 cSt)	ASTM D2170	min.	400	310	260	215	180	150	130
Mykningspunkt kule og ring, °C	ASTM D36	ingen grense							
Løslighet, vekt %	ASTM D2042	min.	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
Flammepunkt PMcc, °C	ASTM D93	min.	220	220	200	200	200	180	180
Densitet	ASTM D70	ingen grense							
<u>Materiale etter TFOT eller RTFOT:</u>									
	ASTM D1754 eller ASTM D2872								
Vekttap, vekt %		maks.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5
Bruddpunkt etter Fraas, °C	IP 80	maks.	+5	+8	+10	+12	+15	+18	+20
Viskositet 60°C, N·s/m ² (1 N·s/m ² = 10 Poise)	ASTM D2171	maks.	2000	1300	800	500	350	200	150
Duktilitet 25°C, cm	ASTM D 113	min.	15	25	50	75	100		
10°C, cm		min.						50	75

Viskositetsklasser	15...30	30...60	175...350	350...700	1000...2000	3000...6000
--------------------	---------	---------	-----------	-----------	-------------	-------------

R-LÖSNING	BL 20 R				BL 1500 R	BL 4500 R
Viskositet vid 60°C, ASTM D 2170, mm ² /s	MIN MAX 15.....30				MIN MAX 1000....2000	MIN MAX 3000...6000
Destillation, ASTM D 402						
destillat intill 190°C vol-%	5					
" " 225°C "	25				5	2
" " 260°C "	35				10	5
" " 316°C "	40					
" " 360°C "	55				22	17
Destillationsåterståndens penetration vid 25°C, ASTM D 5, mm/10	70.....130				70.....130	70.....130

M-LÖSNING		BL 45 M			BL 1500 M	BL 4500 M
Viskositet vid 60°C, ASTM D 2170, mm ² /s		MIN MAX 30.....60			MIN MAX 1000....2000	MIN MAX 3000...6000
Destillation, ASTM D 402						
destillat intill 360°C vol-%		50			22	17
Destillationsåterståndens penetration vid 25°C, ASTM D 5, mm/10		170....350			170....350	170....350

VÄGOLJA			VO 250	VO 500	VO 1500	VO 4500
Viskositet vid 60°C, ASTM D 2170, mm ² /s			MIN MAX 175....350	MIN MAX 350....700	MIN MAX 1000...2000	MIN MAX 3000...6000
Destillation, ASTM D 402						
destillat intill 260°C vol-%			1	1		2
" " 316°C "			7	7	3	5
" " 360°C "			12	12	10	
Destillationsåterståndens viskositet vid 60°C, ASTM D 2170, mm ² /s			500...2000	2000..5000	3500	5000

ÖVRIGA FÖRDRINGAR

Löslighet enligt ASTM D 2042 minst 99,5 vikt-% med xylen som lösningsmedel.
Vattenhalt enligt ASTM D minst 0,2 vikt-% för bitumenlösningar och minst 0,5 vikt-% för vägljor.
Bitumenlösningar skall ha tillverkats av normenlig vägbitumen.

Tabell 1. Förslag till nordiska specifikationer för katjoniska standardbitumenemulsioner avsedda för vägändamål.

Egenskap	Metod	Emulsionstyp				
		BE50R	BE60R	BE70R	BE70M	BE60S
<u>Partikelladdning</u>	ASTM D 244	+	+	+	+	+
<u>Konsistens</u>	I huvudsak enligt DIN 52023					
STV-4 mm						
25°C (s)		<8	10-20	20-40	20-80 ¹⁾	<8
50°C (s)						
<u>Homogenitet</u>	I huvudsak enligt ASTM D 244					
Siltest, 0,5 mm						
25°C, max (vikt-%)		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
50°C, max (vikt-%)						
<u>Lagringsbeständighet</u> ²⁾						
Efter 28 d vid 25°C						
Konsistens	se ovan	se ovan				
Homogenitet	se ovan	se ovan				
Efter 7 d vid 50°C ³⁾						
Konsistens	se ovan		se ovan	se ovan	se ovan	se ovan
Homogenitet	se ovan		se ovan	se ovan	se ovan	se ovan
<u>Sammansättning</u>	ASTM D 244					
(bestämd genom destillation)						
Återstod exkl oljdestillat min (vikt-%)		50	60	65	65	57
Oljdestillat max (vol-%)		3	3	3	8	3
<u>Brytegenskaper</u> ⁴⁾	Enligt fransk-ryska fil-lermetoden					
med referensmaterial (franskt kvartsfyller) (g)		(-100)	(-100)	(-100)	(80-140)	(120-)
<u>Penetration</u> ⁵⁾	ASTM D 5					
hos destillationsåterstoden vid 25°C (100 g, 5 s)						
Avvikelse från uppgivet värde, max (%)		25	25	25	25	25

- 1) Erhållna resultat vid analys av BE70M får ej avvika med mer än 25 % från det av säljaren uppgivna värdet.
- 2) Lagringstiden räknas från leveranstillfället. Kontroll av lagringsbeständighet förutsätter alltså provtagning vid leveranstillfället. Om detta medför svårigheter att följa anvisningarna för provtagning och -hantering kan säljare och köpare komma överens om annat provtagningstillfälle.
- 3) Om köparen önskar en mer lagringsbeständig emulsion är detta en sak mellan köpare och säljare men detta skall i så fall framgå av köpekontraktet.
- 4) Angivna gränser är avsedda för karaktärisering av emulsionen med avseende på brytegenskaper vid kontakt med stenmaterial och skall uppfattas som riktlinjer och ej som absoluta krav.
- 5) Säljaren skall uppge beteckning(ar) för det (de) normerade bindemedel som använts vid tillverkning av emulsionen. Säljaren skall vidare uppge destillationsåterstodens penetration. Vid kontroll får erhållet värde avvika från det uppgivna med högst 25 %.

SUOMEN LAATUVAATIMUKSET

Taulukko 1. Tislattujen bitumien laatuvaatimukset.

Ominaisuus	Vaatimus	Yksikkö	Tislattun bitumin lajimerkintä							Menetelmä
			B-45	B-65	B-80	B-120	B-200	B-250	B-400	
Tunkeuma 100 g, 5s, 25°C	min.-maks.	0,1 mm	35...50	50...70	70...100	100...145	145...210	210...300	300...430	TIE 101
Viskositeetti 60°C	min.	Pas	290	190	100	60	30	15	8,5	TIE 105
Viskositeetti 135°C	min.	mm²/s	400	310	260	215	180	150	130	TIE 106
Liukoisuus trikloorieteeniin	min.	paino-%	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	TIE 111
Leimahduspiste, Pensky-Martens	min.	°C	230	230	200	200	200	180	180	TIE 155
Ohutkalvokoe tai Ohutkalvokoe pyörivässä sylinterissä										TIE 121
- Painohäviö ohutkalvokokeessa	maks.	paino-%	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	TIE 122
- Murtumispiste ohutkalvokokeen jälkeen, Fraass	maks.	°C	—5	—8	—10	—12	—15	—18	—20	TIE 121
- Viskositeetti ohutkalvokok. jälkeen, 60°C	maks.	Pas	2000*	1300*	800	500	350	200	150	TIE 102
- Venymä ohutkalvokokeen jälkeen, 25°C	min.	cm	15	25	50	75	100			TIE 105
15°C	min.	cm						50	75	TIE 103
Pehmenemispiste, rengas-kuula	ei rajoja	°C	56	52	48	44	40	36	32	TIE 104
Tiheys	ei rajoja	kg/m³	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	TIE 141

* Jos nämä arvot ylitetään, niin tuote on hyväksyttävä, mikäli kovenemiskerroin on enintään neljä.

Taulukko 2. Tiebitumiliuosten laatuvaatimukset (s. 16).

Ominaisuus	Vaatimus	Yksikkö	Bitumiliuoksen lajimerkintä				Menetelmä
			BL-O	BL-3 K	BL-4	BL-5	
Viskositeetti 60 °C	min-maks	mm ² /s	15...30	350...700	1000...2000	3000...6000	TIE 106
Jakotislaus							
Tislettä (ilman vettä) alkuperäisestä määrästä,		til.-%					TIE 151
190 °C asti	min		5				
225 °C „	„		25				
260 °C „	„		35		5	2	
315 °C „	„		40		10	5	
360 °C „	maks		55	25	22	17	
Tislausjäännöksen ominaisuudet							
Tunkeuma 25 °C	min-maks	0,1 mm	70...120	170...350	70...120	70...120	TIE 101
Liukoisuus trikloorieteeniin	min	paino-%	99,5	99,5	99,5	99,5	TIE 111
Vettä	maks	paino-%	0,2	0,2	0,2	0,2	TIE 153
Leimahduspiste, Abel-Pensky	min	°C	21	30	40	45	TIE 154
Palavien nesteiden luokka			II	II	II	II	

Taulukko 3. Bitumiöljyjen laatuvaatimukset (s. 16).

Ominaisuus	Vaatimus	Yksikkö	Bitumiöljyn lajimerkintä			Menetelmä
			BÖ-2	BÖ-4	BÖ-6	
Viskositeetti 60 °C	min-maks	mm ² /s	300...500	1000...2000	4000...8000	TIE 106
Jakotislaus						
Tislettä (ilman vettä) alkuperäisestä määrästä		til.-%				TIE 151
225 °C asti	maks		0	0	0	
260 °C „	„		0,5	0,3	0,2	
315 °C „	„		8,0	4,0	1,5	
360 °C „	„		4...12	8,0	4,0	
Tislausjäännöksen viskositeetti 60 °C	min	mm ² /s	1200	3500	6000	TIE 106
Vettä	maks	paino-%	0,5	0,5	0,5	TIE 153
Leimahduspiste, Pensky-Martens	min	°C	56	56	70	TIE 155
Palavien nesteiden luokka			III	III	III	

Taulukko 4. Happamien bitumiemulsioiden laatuvaatimukset.

Ominaisuus	Vaatimus	Yksikkö	Keski-nopeasti murtuvat emulsiot				Menetelmä
			Nopeasti murtuvat emulsiot	Nopeasti murtuvat emulsiot	Sekoitus-emulsio	Sekoitus-emulsio	
			N-0	N-1	K-0	S-0	
Viskositeetti 50 °C	min.-maks.	mm ² /s	35...170	200...600	35...170	35...170	TIE 161
Viskositeetti 25 °C	min.-maks.	mm ² /s					TIE 161
Tislaus 260 °C asti							
Öljytisletä	min.-maks.	til.-%	0...3	0...3	0...3	5...15	TIE 162
Tislausjäännös	min.	paino-%	60	65	60	55	
Tislausjäännöksen ominaisuudet:							
- Tunkeuma 25 °C	min.-maks.	0,1 mm	100...300	100...300	100...300	100...300	TIE 101
- Liukoisuus trikloorieteeniin	min.	paino-%	99,5	99,5	99,5	99,5	TIE 111
Seulontajäännös 0,5 mm seulalle	maks.	paino-%	0,2	0,2	0,2	0,2	TIE 163
Laskeuma, 5 vrk	maks.	paino-%	4	4	4	4	TIE 164
Murtuvuus	min.-maks.	%	min. 60	min. 60	maks. 60	maks. 60	TIE 166

RUOTSIN LAATUVAATIMUKSET

.02.02 Specifikationer för bitumen

Bitumen betecknas med B. De därpå följande siffrorna anger medelvärdet (för de mjukaste kvaliteterna avrundat) för specifikationsgränserna med avseende på penetration vid 25°C.

Bitumen skall vid användningstillfället uppfylla fordringar i tabell 7:01-5.

Sort		B 60		B 85		B 180		B 370	
		Lägst	Högst	Lägst	Högst	Lägst	Högst	Lägst	Högst
Penetration vid 25°C	mm/10	50	70	70	100	145	210	300	430
Dynamisk viskositet vid 60°C	Ns/m ² ¹⁾	200		120		45		20	
Kinematisk viskositet vid 135°C	mm ² /s ²⁾	310		260		180		130	
Mjukpunkt	°C	49		46		3)			3)
Lösligheten i toluen eller xylene	vikt-%	99,5		99,5		99,5		99,5	
Flampunkt P.M	°C	4)		4)		4)		4)	
Densitet vid 25°C	kg/m ³	3)		3)		3)		3)	
Efter upphettningsspröv									
Viktförlust	vikt-%		1,0		1,0		1,5		2,0
Brytpunkt	°C		-8		-10		-15		-20
Dynamisk viskositet vid 60°C	Ns/m ² ¹⁾		1 300		800		350		150
Duktilitet vid 25°C	cm	25		50		100			
Duktilitet vid 10°C	cm							75	

1) 1 Ns/m² = 10 pois. Vid 60°C motsvarar 1 Ns/m² ungefär 1 000 mm²/s.

2) 1 mm²/s = 1 centistok (cSt).

3) Ingen fordran, men bör bestämmas vid fullständig analys.

4) Skall bestämmas vid fullständig analys. Av andra myndigheter utfärdade bestämmelser skall uppfyllas.

Tabell 7:01-5 Specifikationer för bitumen

02.03 Specifikationer för bitumenlösning och vägolja

Bitumenlösningar betecknas BL och vägolja VO. Siffrorna anger medelvärdet av viskositetsgränserna vid 60°C uttryckt i mm²/s. Bokstaven R, S eller M anger produktens torkhastighet enligt följande:

- R att bitumenlösningen torkar raskt
- S att bitumenlösningen torkar sakta
- M att bitumenlösningen torkar mellan raskt och sakta

Bitumenlösningar skall bestå av bitumen (ett eller flera) uppfyllande fordringarna i tabell 7:01-5 och petroleumdestillat.

Vägolja skall vara framställt ur petroleum och bestå av destillationsåterstod eller blandning av destillationsåterstoder och destillat från råolja.

Bitumenlösning och vägolja skall vid användningstillfället uppfylla fordringar i tabell 7:01-7.

Sort	BL 20 R ¹⁾	BL 1500 R	BL 4500 R	BL 45 M	BL 1500 M	BL 4500 M							
	Äldre beteckning	RA 0	RA 75	RA 90	MA 15	MA 75	MA 90						
Egenskap	Lägst	Högst	Lägst	Högst	Lägst	Högst	Lägst	Högst					
Viskositet vid 60°C	mm ² /s	15	30	1 000	2 000	3 000	6 000	30	60	1 000	2 000	3 000	6 000
Destillat intill													
190°C	vol.-%	5											
225°C	vol.-%	25											
260°C	vol.-%	35		5		2							
315°C	vol.-%	40		10		5							
360°C	vol.-%		55		22		17		50		22		17
Dest. återstodens penetration vid 25°C	mm/10	70	120	70	120	70	120	170	350	130	300	170	300
Löslighet i toluen eller xylene	vikt.-%	99,5		99,5		99,5		99,5		99,5		99,5	
Vattenhalt	vikt.-%		0,1		0,1		0,1		0,1		0,1		0,1
Flampunkt. enl. Abel Pensky	°C	2)		2)		2)		2)		2)		2)	
Densitet vid 25°C		3)		3)		3)		3)		3)		3)	

Sort	BL 250 S		BL 500 S		BL 1500 S		BL 4500 S		VO 500			
	Äldre beteckning		-		SA 60		SA 75		SA 90		PO 60	
Egenskap	Lägst	Högst	Lägst	Högst	Lägst	Högst	Lägst	Högst	Lägst	Högst	Lägst	Högst
Viskositet vid 60°C	mm ² s	175	350	350	700	1 000	2 000	3 000	6 000	350	700	
Destillat intill												
260°C	vol.-%		1		1						1	
315°C	vol.-%		7		7		3		2		7	
360°C	vol.-%		12		12		10		5		12	
Dest. återstodens viskositet vid 60°C	mm ² s	500	2 000	2 000	5 000	3 500	-	5 000	-	2 000	5 000	
Lösligheten i toluen eller xylen	vikt.-%	99,5		99,5		99,5		99,5		99,5		
Vattenhalt	vikt.-%		0,2		0,2		0,2		0,2		0,4	
Flampunkt enl. Abel Pensky	°C	2)		2)		2)		2)		2)		
Densitet vid 25°C		3)		3)		3)		3)		3)		

1) Betecknas BL 20 RK (äldre beteckning RAK) efter tillsats av vidhäftningsmedel.

2) Skall bestämmas vid fullständig analys. Av andra myndigheter utfärdade bestämmelser skall uppfyllas.

3) Skall bestämmas vid fullständig analys.

Tabell 7:01-7 Specifikationer för bitumenlösning och vägolja

.02.04 Specifikationer för bitumenemulsion

Bitumenemulsioner indelas i två huvudtyper, katjonemulsion och anjonemulsion.

I Sverige används nästan uteslutande katjonemulsioner varför specifikationer är framtagna endast för dessa.

Bitumenemulsioner betecknas BE och de därpå följande siffrorna anger den minsta mängden ingående bitumen. Den därpå följande bokstaven R, S eller M anger produktens brytningshastighet enligt följande:

- R att emulsionen bryter raskt
- S att emulsionen bryter sakta
- M att emulsionen bryter mellan raskt och sakta

Bokstaven Y anger användningsområdet ytbehandling på grus.

Emulsion skall bestå av bitumen som emulgerats i vatten med hjälp av emulgatorer. Emulsion kan innehålla lösningsmedel. Ingående bitumen skall uppfylla fordringar i tabell 7:01-5.

Analys av emulsion skall utföras och avslutas inom fem dygn efter provtagning.

Bitumenemulsion skall vid användningstillfället uppfylla fordringar i tabell 7:01-9.

Sort	BE 50 R	BE 60 R	BE 65 R	BE 60 MY	BE 60 M	BE 65 M	BE 60 S	
	Ingående bitumensort	B 180 ¹⁾	B 180	B 180	²⁾	B 180	B 180	B 180
Egenskap	Lägst	Högst	Lägst	Högst	Lägst	Högst	Lägst	Högst
Dest. till 260°C								
Återstod vikt-%	50	60	65	60	60	65	60	
Lösn.medel vol-%	3	3	3	8	5	8	3	
Brytegenskaper g	100	90	90	140	140	140	90	
Konsistens								
Viskositet STV 4 mm								
25°C s	8							12
50°C s		10 20	20 45	10 25	8 20	25 60		
Homogenitet								
Silrest på sikt 0,5 mm								
25°C vikt-%	0,1							0,1
50°C vikt-%		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
Lagringsbeständighet ³⁾								
Laboratorielagring vid 25°C efter 28 dygn								
viskositet s				10 25	8 20	25 60	12	
silrest vikt-%				0,1	0,1	0,1	0,1	
Laboratorielagring vid 50 °C efter 7 dygn								
viskositet s		10 20	20 45					
silrest vikt-%		0,1	0,1					
Återstoden efter dest. till 260°C								
Viskositet vid 60°C mm ² /s				3 000 8 000				
Penetration		4)	4)		4)	4)	4)	

1) Mjukgörning med oljedestillat tillåts.

2) Framställt av normenligt vägbitumen mjukgjord med vägolja eller annat oljebaserat fluxmedel.

3) Ej obligatoriskt krav men rekommenderas vid köp av emulsioner.

4) Återstodens penetration skall vid upphandling skriftligt anges. Avvikelse från angivet värde får uppgå till högst 25%.

Tabell 7:01-9 Specifikationer för katjonaktiva emulsioner

NORJAN LAATUVAATIMUKSET

	Analysemetode	Penetrasjon						
			B 40	B 60	B 85	B 180	B 250	B 370
Originalt materiale								
Penetrasjon, 100 g, 5 s, 25 °C	ASTM D 5	min.	35	50	70	145	210	300
Penetrasjon, 100 g, 5 s, 25 °C	ASTM D 5	maks.	50	70	100	210	300	430
Viskositet 60 °C, N s/m ²	ASTM D 2171	min.	300	160	80	30	20	15
Viskositet 135 °C, mm ² /s	ASTM D 2170	min.	350	300	240	175	140	110
Løselighet i trikloretan, masseprosent	ASTM D 2042	min.	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
Flammepunkt PMcc, °C	ASTM D 93	min.	220	180	170	160	150	140
Materiale etter T.F.O.T.								
Vekttap, masseprosent	ASTM D 1754	maks.	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	2,5
Bruddpkt. etter Fraas, °C	IP 80	maks.	- 5	- 6	- 8	- 10	- 14	- 17
Viskositet 60 °C, N · s/m ²	ASTM D 2171	maks.	2000	1300	800	350	200	150
Duktilitet ved 25 °C, mm	ASTM D 113	min.	150	250	500	1000		
Duktilitet ved 10 °C, mm	ASTM D 113	min.					500	600

Figur 3. Krav til bitumen.

	BL 45 R		BL 45 M		BL 1500 R		BL 1500 M		BL 4500 R		BL 4500 M		VO 300		VO 550	
	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.
Viskositet, 60 °C, mm ² /s	30	60	30	60	1000	2000	1000	2000	3000	6000	3000	6000	200	350	400	700
Flammepunkt, PMcc, °C	28		40		28		60		28		60		70		70	
Destillasjon Destillat i volum- prosent av total mengde til																
190 °C	6			1												
225 °C	22			22	2			1								
260 °C	28			35	6			7	3			3		1		1
315 °C	30			46	11			17	7			13		6		7
360 °C	32	50	32	50	12	22	10	22	8	17	8	17	4	12	4	12
Vanninnhold, masse- prosent		0,2		0,2		0,2		0,2		0,2		0,2		0,2		0,2
Krav til destilla- sjonsrest.																
Løselighet, masse- prosent	99,5		99,5		99,5		99,5		99,5		99,5		99,5		99,5	
Penetrasjon, 25 °C	70	140	120	300	70	140	140	350	70	140	140	350				
Viskositet, 60 °C, mm ² /s													500	1000	2000	6000

Figur 4. Krav til bitumenløsninger og vegoljer.

TANSKAN LAATUVAATIMUKSET

Leveringsbetingelser iflg. Vejkomiteens Skrift nr. 20

Supplerende betingelser
for B 500 og B 700

Bitumentype	B 60	B 100	B 200	B 300	B 500	B 700
1. Penetration:						
100 g, 5 sek., 25°C dmm	50-70	70-110	150-220	250-350	-	-
100 g, 5 sek., 15°C dmm	-	-	-	-	170-250	250-310
2. Blødhedspunkt k og r, °C	50-57	45-52	37-45	27-37	28-32	24-28
3. Duktilitet ved 25°C, cm	>100	>100	>100	-	-	-
" ved 15°C, cm	-	-	-	>100	>100	>100
4. Brudpunkt Fraass, °C	<÷8	<÷10	<÷15	<÷20	-	-
5. Densitet v. 20°C, g/cm³	>1,0	>1,0	>0,99	>0,98	>0,98	>0,98
6. Opløselighed vægt%	>99,5	>99,5	>99,5	>99,5	>99,5	>99,5
7. Paraffinindhold vægt%	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
8. Opvarmn. t. 163°C i 5 timer:						
a. Vægttab, vægt%	<1,0	<1,5	<2,0	<2,5	<2,5	<2,5
b. Pen.-formindskelse %	<60	<60	<60	<60	<60	<60
c. Blødhedsp.-forhøjelse °C	<10	<10	<10	<10	<10	<10
d. Brudpunkt Fraass °C	<÷6	<÷8	<÷10	<÷15	<÷22	<÷24
e. Duktilitet v. 25°C, cm	>50	>50	>50	-	-	-
" v. 15°C, cm	-	-	-	>50	>50	>100
9. Homogenitet og renhed	Bitumen skal være homogen og fri for vand og forureninger					

*) Se bilag 2, pkt. a.

SAKSAN LIITTOTASAVALLAN LAATUVAATIMUKSET

- DIN 52 047 Teil 2 Prüfung bituminöser Bindemittel; Bestimmung des Brechverhaltens von Emulsionen; Unstabile anionische Bitumenemulsionen
- DIN 52 048 Prüfung bituminöser Bindemittel; Bestimmung des Wassergehaltes bituminöser Emulsionen; Destillationsverfahren
- DIN ISO 3733 Mineralölerzeugnisse und bituminöse Bindemittel; Bestimmung des Wassergehaltes; Destillationsverfahren

3 Anforderungen

3.1 Straßenbaubitumen

Bei Kurzprüfungen sind nur die Prüfungen für die Anforderungen lfd. Nr. 1 bis 4 durchzuführen.

Tabelle 1

Anforderungen an Straßenbaubitumen										Prüfung nach DIN	
lfd Nr				B 300	B 200	B 80	B 65	B 45	B 25	B 15	
1	Nadelpenetration (100 g, 5 s, 25 °C)	1/10 mm		250 bis 320	160 bis 210	70 bis 100	50 bis 70	35 bis 50	20 bis 30	10 bis 20	52 010
2	Erweichungspunkt ¹⁾ Ring und Kugel	°C		27 bis 37	37 bis 44	44 bis 49	49 bis 54	54 bis 59	59 bis 67	67 bis 72	52 011
3	Brechpunkt nach Fräaß	höchstens	°C	-20	-15	-10	-8	-6	-2	+3	52 012
4	Asche	höchstens ²⁾	Gew.-%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	52 005
5	Trichlorethen- oder Tetrachlorkohlenstoff-Unlösliches abzüglich Asche	höchstens	Gew.-%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	52 014, 52 005
6	Cyclohexan-Unlösliches abzüglich Asche	höchstens	Gew.-%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	52 014, 52 005
7	Duktilität bei 15 °C bei 25 °C	mindestens mindestens	cm cm	100 —	— 100	— 100	— 100	— 40	— 15	— 5	52 013
8	Paraffin	höchstens	Gew.-%	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	52 015
9	Dichte bei 25 °C	mindestens	g/cm ³	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	52 004
10	Gewichtsänderung durch thermische Beanspruchung: relative Gewichtsabnahme	höchstens	%	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	52 017
11	Anstieg des Erweichungspunktes Ring und Kugel nach thermischer Beanspruchung	höchstens	°C	10	10	10	10	10	8	6	52 016, 52 011
12	Brechpunkt nach thermischer Beanspruchung	höchstens	°C	-15	-10	-8	-6	-5	±0	+5	52 016, 52 012
13	Verminderung der Nadelpenetration nach thermischer Beanspruchung	höchstens	%	60	60	60	60	60	50	40	52 016, 52 010
14	Duktilität nach thermischer Beanspruchung bei 15 °C bei 25 °C	mindestens mindestens	cm cm	50 —	— 50	— 50	— 50	— 15	— 5	— 2	52 016, 52 013
¹⁾ Hinweis: Entsprechend Erweichungspunkt nach Kraemer-Sarnow				16 bis 24	24 bis 30	30 bis 35	35 bis 40	40 bis 45	45 bis 53	53 bis 58	52 025
²⁾ Hinweis: Bitumen, deren Aschegehalt höher ist, dürfen mit besonderem Hinweis angeboten werden.											

5. Anforderungen

Bei Kurzprüfungen sind nur die Prüfungen 1, 2, 3 und 7 durchzuführen.

Lfd. Nr.	Anforderungen an Kaltbitumen		Prüfung nach DIN
1	Äußere Beschaffenheit	schwarz, flüssig homogen	52 002
2	Ausflußzeit mit dem Straßenteer-Ausflußgerät: 4-mm-Düse bei 25 °C	höchstens s	52 023 Teil 1
3	Gewichtsverlust durch Verdunstung	höchstens Gew.-%	52 045 Teil 1
4	Erweichungspunkt Ring und Kugel des zurückgewonnenen Bindemittels	höchstens °C mindestens °C	52 045 Teil 1 52 011
5	Wassergehalt	höchstens Gew.-%	0,5 ISO 3733
6	Asche	höchstens Gew.-%	0,5 52 005
7	Wassereinwirkung auf Bindemittelüberzüge	Splitt vollständig umhüllt	52 006 Teil 2
8	Klebeverhalten	Splittkörner nicht herausgefallen	52 033
9	Dichte bei 25 °C	g/cm ³ wird vom Her- steller auf Wunsch angegeben ¹⁾	52 004

¹⁾ Die Dichte ist für die Einstellung volumetrischer Dosiergeräte erforderlich.

3. Begriffe

Hochviskoses Verschnittbitumen besteht aus Straßenbaubitumen nach DIN 1995, dessen Viskosität durch Zusatz von Verschnittmitteln erniedrigt ist. Die Verschnittmittel sind Erdölfraktionen oder Steinkohlenteeröle oder Gemische aus beiden. Die Art der verwendeten Verschnittmittel ist anzugeben.

Hochviskoses Verschnittbitumen hat eine Nadelpenetration von etwa 500 Zehntel-Millimeter bei 25 °C.

4. Prüfnormen

Die Eigenschaften von hochviskosem Verschnittbitumen sind nach folgenden Normen zu prüfen:

DIN 52 000	Prüfung bituminöser Bindemittel; Allgemeines und Übersicht
DIN 52 001	—; Probenahme
DIN 52 002	—; Kennzeichnung der äußeren Beschaffenheit
DIN 52 003	—; Vorbereitung von Proben
DIN 52 005	—; Bestimmung der Asche
DIN 52 006	—; Wassereinwirkung auf Bindemittelüberzüge;
Teil 3	Bindemittelüberzug aus Verschnittbitumen
DIN 52 010	—; Bestimmung der Nadelpenetration
DIN 52 011	—; Bestimmung des Erweichungspunktes Ring und Kugel
DIN 52 014	—; Bestimmung des Gehaltes an unlöslichen Anteilen
DIN 52 023	—; Bestimmung der Ausflußzeit mit dem Straßenteer-Ausfluß-
Teil 1	gerät; Meßverfahren
DIN 52 024	—; Siedeanalyse von Verschnittbitumen
DIN ISO 3733	Mineralölerzeugnisse und bituminöse Bindemittel; Bestimmung des Wassergehaltes; Destillationsverfahren

5. Anforderungen

Bei Kurzprüfungen sind nur die Prüfungen für die Anforderungen lfd. Nr. 1, 3 und 8 durchzuführen.

Lfd. Nr.	Anforderungen an hochviskoses Verschnittbitumen (VB 500)		Prüfung nach DIN
1	Äußere Beschaffenheit	gleichmäßig	52 002
2	Wasser höchstens Gew.-%	0,5	ISO 3733
3	Ausflußzeit mit dem Straßenteer-Ausflußgerät (10-mm-Düse bei 50 °C) s	120 bis 180	52 023 Teil 1
4	Siedeanalyse: Destillat bis 360 °C insgesamt Gew.-%	höchstens 3	52 024
5	Eigenschaften des Destillations-Rückstandes		52 024
	a) Erweichungspunkt Ring und Kugel °C	30 bis 45	52 011
	b) Nadelpenetration (100 g, 5 s, 25 °C) mindestens 1/10 mm	100	52 010
6	Asche höchstens Gew.-% ¹⁾	0,5	52 005
7	Trichlorethen — oder Tetrachlorkohlenstoff — Unlösliches abzüglich Asche höchstens Gew.-%	0,5	52 014
8	Verhalten des Bindemittelüberzuges bei Wasserlagerung	Splitt vollständig umhüllt	52 006 Teil 3

¹⁾ Verschnittbitumen, deren Aschegehalt höher ist, können mit besonderem Hinweis angeboten werden.

Basalt 15% in der 20%

5. Anforderungen

5.1 Unstabile anionische Bitumenemulsionen

Bei Kurzprüfungen sind nur die Prüfungen 1, 2, 3, 6 und 9 durchzuführen.

Lfd. Nr.	Anforderungen an unstabile anionische Bitumenemulsionen		U 60	U 70	Prüfung nach DIN
1	Ladungsart		anionisch		52 044
2	Äußere Beschaffenheit		braun, flüssig, homogen		52 002
3	Wassergehalt	höchstens Gew.-%	42	32 ¹⁾	52 048
4	Siebrückstand	höchstens Gew.-%	0,5 ²⁾	0,5 ²⁾	52 040
5	Lagerbeständigkeit				52 042
	Siebrückstand:				
	nach 4 Wochen	höchstens Gew.-%	0,5		
	nach 1 Woche	höchstens Gew.-%		0,5	
6	Ausflußzeit mit dem Straßenteer-Ausflußgerät:				52 023 Teil 1
	4-mm-Düse bei 20 °C	höchstens s	12		
	4-mm-Düse bei 40 °C	höchstens s		60	
7	Art des Bindemittels ³⁾		B 300 bis B 80		
8	Eigenschaften des zurückgewonnenen Bindemittels				52 041
	a) Asche	höchstens Gew.-%	2,5	2,5	52 005
	b) Erweichungspunkt	höchstens °C	49	49	52 011
	Ring und Kugel	mindestens °C	27	27	
9	Brechverhalten		Prüfung bestanden		52 047 Teil 2
10	Wassereinwirkung auf Bindemittelüberzüge		Splitt vollständig umhüllt		52 006 Teil 1

Hinweise zu den Anforderungen an unstabile anionische Bitumenemulsionen.

- 1) Bitumenemulsionen U 70 werden überwiegend in Tankwagen warm angeliefert und verspritzt. Um die Anlieferung in Fässern nicht auszuschließen, wird für Faßware ein Wassergehalt bis höchstens 34 Gew.-% zugelassen.
- 2) Bitumenemulsionen U 60, die vom Hersteller als frostbeständig bezeichnet werden, müssen zusätzlich nach DIN 52 043 geprüft werden.
Der Siebrückstand bei dieser Prüfung darf höchstens 3 Gew.-% betragen.
- 3) Die Bindemittelsorte kann zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber vereinbart werden.

5.2 Unstabile kationische Bitumenemulsionen

Bei Kurzprüfungen sind nur die Prüfungen 1, 2, 3, 6 und 9 durchzuführen.

Lfd. Nr.	Anforderungen an unstabile kationische Bitumenemulsionen	U 60 K	U 70 K	Prüfung nach DIN
1	Ladungsart	kationisch		52 044
2	Äußere Beschaffenheit	braun, flüssig, homogen		52 002
3	Wassergehalt höchstens Gew.-%	42	32 ¹⁾	52 048
4	Siebrückstand höchstens Gew.-%	0,5 ²⁾	0,5 ²⁾	52 040
5	Lagerbeständigkeit Siebrückstand: nach 4 Wochen höchstens Gew.-% nach 1 Woche höchstens Gew.-%	0,5	0,5	52 042
6	Ausflußzeit mit dem Straßenteer-Ausflußgerät: 4-mm-Düse bei 20 °C höchstens s 4-mm-Düse bei 40 °C höchstens s	12	60	52 023 Teil 1
7	Art des Bindemittels ³⁾	B 300 bis B 80		
8	Eigenschaften des zurückgewonnenen Bindemittels			52 041
	a) Asche höchstens Gew.-%	2,5	2,5	52 005
	b) Erweichungspunkt höchstens °C	49	49	52 011
	Ring und Kugel mindestens °C	27	27	
9	Brechverhalten höchstens g	200	200	52 047 Teil 1
10	Wassereinwirkung auf Bindemittelüberzüge	Splitt vollständig umhüllt		52 006 Teil 1

Hinweise zu den Anforderungen an unstabile kationische Bitumenemulsionen.

- 1) Bitumenemulsionen U 70 K werden überwiegend in Tankwagen warm angeliefert und verspritzt. Um die Anlieferung in Fässern nicht auszuschließen, wird für Faßware ein Wassergehalt bis höchstens 34 Gew.-% zugelassen.
- 2) Bitumenemulsionen U 60 K, die vom Hersteller als frostbeständig bezeichnet werden, müssen zusätzlich nach DIN 52 043 geprüft werden. Der Siebrückstand bei dieser Prüfung darf höchstens 3 Gew.-% betragen.
- 3) Die Bindemittelsorte kann zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber vereinbart werden.

5.3 Lösemittelhaltige Bitumenemulsion (Haftkleber)

Bei Kurzprüfungen sind nur die Prüfungen 1, 2 und 9 durchzuführen.

Lfd. Nr.	Anforderungen an Haftkleber	Prüfung nach DIN
1	Ladungsart	wird vom Hersteller angegeben 52 044
2	Äußere Beschaffenheit	braun, flüssig, homogen 52 002
3	Wassergehalt höchstens Gew.-%	60 52 048
4	Siebrückstand höchstens Gew.-%	0,5 52 040
5	Ausflußzeit mit dem Straßenteer-Ausflußgerät: 4-mm-Düse bei 20 °C höchstens s	6 52 023 Teil 1
6	Gewichtsverlust durch Verdunstung höchstens Gew.-%	75 52 045 Teil 2
7	Erweichungspunkt Ring und Kugel des zurückgewonnenen Bindemittels mindestens °C	37 52 045 Teil 2 52 011
8	Wassereinwirkung auf Bindemittelüberzüge	Splitt vollständig umhüllt 52 006 Teil 1
9	Benetzungsfähigkeit höchstens min	20 52 046

RANSKAN LAATUVAATIMUKSET

TABLEAU — BITUMES PURS

CARACTÉRISTIQUES		Méthode normalisée de référence	CLASSES				
			180-220	80-100	60-70	40-50	20-30
Pénétrabilité à 25 °C, 100 g, 5s	1/10 mm	NF T 66-004	180 à 220	80 à 100	60 à 70	40 à 50	20 à 30
Point de ramollissement bille et anneau,	°C	NF T 66-008	34 à 43	41 à 51	43 à 56	47 à 60	52 à 68
Densité relative à 25 °C (au pycnomètre)		NF T 66-007	1,00 à 1,07	1,00 à 1,07	1,00 à 1,10	1,00 à 1,10	1,00 à 1,10
Perte de masse au chauffage (163 °C pendant 5 h)	%	NF T 66-011	< 2	< 2	< 1	< 1	< 1
Pourcentage de pénétrabilité restante après perte de masse au chauffage par rapport à la pénétrabilité initiale,			> 70	> 70	> 70	> 70	> 70
Point d'éclair (vase ouvert)	°C	NF T 60-118	> 230	> 230	> 230	> 250	> 250
Ductilité à 25 °C	cm	NF T 66-006	> 100	> 100	> 80	> 60	> 25
Solubilité dans le tétrachloroéthylène (C ₂ Cl ₄),	%	NF T 66-012	> 99,5	> 99,5	> 99,5	> 99,5	> 99,5
Teneur en paraffine	%	Méthode en préparation	< 4,5	< 4,5	< 4,5	< 4,5	< 4,5

TABLEAU — BITUMES FLUXÉS PAR UNE HUILE DE GOUDRON DE HOUILLE

CARACTÉRISTIQUES	Méthodes normalisées de référence	CLASSES			
		400-600	800-1 200	1 200-1 600	1 600-2 400
Pseudo-viscosité mesurée au viscosi- mètre, d'orifice 10 mm,	NF T 66-005				
— à 25 °C, s		400 à 600	—	—	—
— à 40 °C, s		—	90 à 140	140 à 200	200 à 300
Densité relative à 25 °C (au pycnomètre)	NF T 66-007 (*)	0,95 à 1,15	0,95 à 1,15	0,95 à 1,15	0,95 à 1,15
Point d'éclair (vase clos) °C	NF T 66-009	≥ 55	≥ 55	≥ 55	≥ 55
Distillation fractionnée (résultats exprimés en pourcentage du volume initial)	NF T 66-003				
Fraction distillant au-dessous de :					
— 190 °C,		< 5	< 4	< 3	< 2
— 225 °C,		< 10	< 10	< 10	< 10
— 315 °C,		< 25	< 25	< 25	< 25
— 360 °C,		< 30	< 30	< 25	< 25
(*) Pour les produits les plus fluides, on pourra utiliser la norme NF T 60-101 « Détermination de la masse volumique des produits du pétrole — Méthode de l'aréomètre ». En cas de contestation, seule la norme NF T 66-007 devra être utilisée.					

TABLEAU 1 — ÉMULSIONS ANIONIQUES

CARACTÉRISTIQUES	Méthodes normalisées de référence	RAPIDE				LENTE			SURSTABILISÉE	
		Classes				Classes			Classes	
		EAR 50	EAR 55	EAR 60	EAR 65	EAL 55	EAL 60	EAL 65	EAS 55	EAS 60
Teneur en eau %	Méthode en préparation	≤ 51	≤ 46	≤ 41	≤ 36	≤ 46	≤ 41	≤ 36	≤ 46	≤ 41
Pseudo-viscosité à 25 °C mm ² /s (cSt)	"	< 45	< 115	15 à 230	> 45	< 115	15 à 230	> 45	< 115	15 à 230
Homogénéité										
— particules supérieures à 0,63 mm %	"	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
— particules comprises entre 0,63 et 0,16 mm %	"	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Indice de rupture	"	> 0,5	> 0,5	> 0,5	> 0,5	0	0	0		
Stabilité au ciment g	"					> 2	> 2	> 2	≤ 2	≤ 2
Charge des particules	"	négative	négative	négative	négative	négative	négative	négative	négative	négative

TABLEAU 2 — ÉMULSIONS CATIONIQUES

CARACTÉRISTIQUES	Méthodes normalisées de référence	RAPIDE			SEMI-RAPIDE			LENTE			SURSTABILISÉE	
		Classes			Classes			Classes			Classes	
		ECR 60	ECR 65	ECR 69	ECM 60	ECM 65	ECM 69	ECL 55	ECL 60	ECL 65	ECS 55	ECS 60
Teneur en eau %	Méthode en préparation	≤ 41	≤ 36	≤ 32	≤ 41	≤ 36	≤ 32	≤ 46	≤ 41	≤ 36	≤ 46	≤ 41
Pseudo-viscosité à 25 °C, mm ² /s (cSt)	"	15 à 115	> 45	> 115	15 à 230	> 45	> 115	< 115	15 à 115	> 45	< 115	15 à 230
Homogénéité												
— particules supérieures à 0,63 mm	%	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
— particules comprises entre 0,63 mm et 0,16 mm	%	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Stabilité au stockage (*)												
— émulsion à stockage limité	%	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
— émulsion stockable	%				≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Adhésivité (**)												
— émulsion à stockage limité												
1 ^{re} partie de l'essai	"	≥ 90	≥ 90	≥ 90	≥ 90	≥ 90	≥ 90					
2 ^e partie de l'essai	"	≥ 75	≥ 75	≥ 75	≥ 75	≥ 75	≥ 75					
— émulsion stockable					≥ 75	≥ 75	≥ 75	≥ 75	≥ 75	≥ 75		
Indice de rupture	"	< 100	< 100	< 100	80 à 140	80 à 140	80 à 140	> 120	> 120	> 120		
Stabilité au ciment	g										≤ 2	≤ 2
Charge des particules	"	positive	positive	positive	positive	positive	positive	positive	positive	positive	positive	positive

(*) Remarque :

Il est admis qu'une émulsion stockée pendant un temps *T*, brassée, puis laissée au repos pendant vingt-quatre heures, peut présenter une couche superficielle de solution aqueuse (essai de stabilité au stockage).

On distingue :

- une émulsion à **stockage limité**, par le fait que le temps *T* précédemment défini est au maximum de 15 jours ;
- une émulsion **stockable**, par le fait que le temps *T* précédemment défini est au maximum de 3 mois.

(**) Les caractéristiques d'adhésivité d'une émulsion doivent être spécifiées vis-à-vis d'une nature définie de granulats.

ENGLANNIN LAATUVAATIMUKSET

Table 1. Properties of penetration grade bitumens

Property	Test method	Technically identical with	Grade									
			15 pen	25 pen	35 pen	40 pen HD*	50 pen	70 pen	100 pen	200 pen	300 pen	450 pen
Penetration at 25 °C	BS 4691	ASTM D 5-73 IP 49/76	15 ± 5	25 ± 5	35 ± 7	40 ± 10	50 ± 10	70 ± 10	100 ± 20	200 ± 30	300 ± 45	450 ± 65
Softening point °C	(min.) (max.)	BS 4692 IP 58/65	63	57	52	58	47	44	41	33	30	25
			76	69	64	68	58	54	51	42	39	34
Loss on heating for 5 h at 163 °C		BS 2000 : IP 45/58										
(a) Loss by mass %	(max.)	Part 45	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	1.0	1.0
(b) Drop in penetration %	(max.)		20	20	20	20	20	20	20	20	25	25
Solubility in trichloroethylene % by mass	(min.)	BS 4690 IP 47/74	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
Permittivity at 25 °C and 1592 Hz	(min.)	IP†			2.630	2.650	2.650	2.650				

*See note 1 to B.2.

†Pending the publication of this method as a Part of BS 2000 reference should be made to method IP 357/82 in the 1982 edition of IP standards.

Table 2. Properties of cut-back bitumens

Property	Test method	Technically identical with	Grade		
			50 secs	100 secs	200 secs
Viscosity (STV*) at 40 °C, 10 mm cup	BS 2000 : Part 72	IP 72/58	50 ± 10	100 ± 20	200 ± 40
Distillation					
(a) Distillate to 225 °C (% by volume max.) 360 °C (% by volume)	BS 2000 : Part 27	ASTM D 402-73 IP 27/74	1 8 to 14	1 6 to 12	1 4 to 10
(b) Penetration at 25 °C of residue from distillation to 360 °C	BS 4691 ¹	ASTM D 5-73 IP 49/76	100 to 350	100 to 350	100 to 350
Solubility in trichloroethylene (% by mass min.)	BS 4690	IP 47/74	99.5	99.5	99.5

*Standard tar viscometer.

SVEITSIN LAATUVAATIMUKSET

Bitumen

Qualitätsvorschriften

Bitumes

Prescriptions de qualité

Sortenbezeichnung Désignation des sortes		B 180/220	B 120/150	B 80/100	B 60/70	B 40/50	B 20/30
EVT, berechnet EVT, calculée	°C	65...75	71...81	77...87	83...94	88...101	94...110
Anforderungen Exigences							
1. Makroskopische Beurteilung Jugement macroscopique		homogen homogène					
2. Dichte bei 25 °C Masse volumique à 25 °C	g/cm ³	1,00...1,04	1,00...1,04	1,00...1,04	1,01...1,05	1,01...1,05	1,02...1,06
3. Dynamische Viskosität Viscosité dynamique							
bei/à 60 °C	10 ² Pa·s	0,3...0,9	0,6...1,8	1,2...3,6	2,4... 8	5...18	11...50
bei/à 130 °C	10 ⁻¹ Pa·s	1,7...3,4	2,5...5	3,5...8	5 ...13	7...20	11...40
4. Penetration Pénétration							
a) bei/à 25 °C	10 ⁻¹ mm	180...220	120...150	80...100	60...70	40...50	20...30
b) bei 25 °C nach Masseänderungsprüfung gemäss Ziffer 5, in % des ursprünglichen Wertes	min. %	50	55	60	65	70	75
à 25 °C après essai de modification de masse selon chiffre 5, en % de la valeur primitive	% min.						
5. Masseänderung bei 163 °C, 85 min	max. Masse-%	± 1,5	± 1,5	± 1,0	± 1,0	± 0,5	± 0,5
Modification de masse à 163 °C, 85 min	% de la masse max.						
6. Erweichungspunkt R u K Point de ramollissement A et B	°C	37...44	41...49	44...54	48...57	51...62	56...71
7. Penetrationsindex Indice de pénétration		-1... +1	-1... +1	-1... +1	-1... +1	-1... +1	-1... +1
8. Duktilität bei 25 °C Ductilité à 25 °C	min. mm	1000	1000	1000	1000	600	250
9. Brechpunkt nach Fraass Point de rupture selon Fraass	max. °C °C max.	- 18	- 15	- 12	- 10	- 8	- 3
10. Lösliches in Tetrachlor- kohlenstoff (CCl ₄)	min. Masse-%	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
Soluble dans le tétrachlorure de carbone (CCl ₄)	% de la masse min.						
11. Asche Cendres	max. Masse-% % de la masse max.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Herausgeber:
Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS)
Seefeldstrasse 9, CH-8008 Zürich

Bearbeitung: VSS-Kommission 4, Baustoffe
Genehmigt: April 1978
DK 625.85.06

Ersetzte Norm:
SNV 671 110 b vom November 1968

Editeur:
Union des professionnels suisses de la route (VSS)
Seefeldstrasse 9, CH-8008 Zurich

Elaboration: Commission VSS 4, Matériaux de construction
Adopté: Avril 1978
DK 625.85.06

Norme remplacée:
SNV 671 110 b de novembre 1968

Bitumenemulsionen		Emulsions de bitume		Norm - Norme		
Qualitätsvorschriften		Prescriptions de qualité		SNV 671 310 c		
				S. 1 P. 1		
				DK 625 7 063 338 833.3		
Bearbeitet und herausgegeben von der Vereinigung Schweizerischer Straßenfachleute (VSS) Elaboré et édité par l'Union des professionnels suisses de la route (VSS)						
Emulsionsarten:		Genres d'émulsions:		Sortenbezeichnung - Désignation des sortes		
Anionisch (alkalisch)	Anionique (alkaline)	ER 50 a	ER 55 a	ER 60 a	ER 70 a	EM 60 a
Kationisch (sauer)	Cationique (acide)	ER 50 k	ER 55 k	ER 60 k	ER 70 k	EM 60 k
Anforderungen Exigences						
1. Beschaffenheit im Anlieferungszustand Etat à la réception		flüssig und gleichmäßig gemäß SNV 671 710 liquide et homogène selon SNV 671 710				
2. Ladungscharakter der Bitumenteilchen, bestimmt durch Elektrophorese Charge électrique des globules déterminée par électrophorèse		anionisch oder kationisch anionique ou cationique				
3. Rückstand auf Prüfsieb 0,16 mm Refus au tamis de contrôle 0,16 mm		max. Gew. % % du poids max.	0,3	0,3	0,3	—
4. Viskosität Viscosité						
a) Viskosität Engler bei 20 °C Viscosité Engler à 20 °C		°E	< 6	2...15	2...15	—
b) Dynamische Viskosität bei 20 °C (SNV 671 908) Viscosité dynamique à 20 °C (SNV 671 908)		cP	—	—	—	> 120
5. Bitumengehalt, Ausrührrückstand bis 160 °C Teneur en bitume, résidu après évaporation jusqu'à 160 °C		min. Gew. % % du poids min.	50	55	60	68
6. Wassergehalt Teneur en eau		max. Gew. % % du poids max.	—	—	—	40
7. Brechverhalten im Mischversuch Rupture selon l'essai de malaxage						
Mischbarkeit mit Splitt: Brechzeit Miscibilité avec gravillon: temps de rupture		s	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40
Mischbarkeit mit Steinmehl Miscibilité avec poudre minérale			nicht mischbar non miscible			mischbar miscible
8. Lagerfähigkeit Stabilité au stockage						
a) Sedimentation/Aufrahmung: Differenz des Bitumengehalts der beiden Schichten Sédimentation/crémage: différence de la teneur en bitume des deux couches		max. Gew. % % du poids max.	4	2,5	2	—
b) Koagulation frühestens nach Tagen Coagulation au plus tôt après jours			7	7	7	—
9. Eigenschaften des Ausrührrückstandes bis 160 °C Propriétés du résidu après évaporation jusqu'à 160 °C						
a) Penetration bei 25 °C Pénétration à 25 °C		1/10 mm	wird bestimmt - sera déterminée			—
b) Erweichungspunkt R. u. K. Point de ramollissement A. et B.		°C	wird bestimmt - sera déterminé			—
c) Penetrationsindex Indice de pénétration			—1...+0,7	—1...+0,7	—1...+0,7	—1...+0,7
VSS-Kommission 4: Baustoffe Beschlossen: April 1976		Änderungen: SNV 671 310 c ersetzt SNV 671 310 b vom Januar 1968		Modifications: SNV 671 310 c remplace SNV 671 310 b de janvier 1968		
Commission VSS 4: Matériaux de construction Adopté: avril 1976						

Cutbacks und Lackbitumen

Qualitätsvorschriften

Cutbacks et bitumes-laque

Prescriptions de qualité

	Cutbacks			Lackbitumen Bitumes-laque		
Sortenbezeichnung	C 200/400	C 500/800	C 900/1600	Lf*	Lb*	Désignation des sortes
EVT, berechnet °C	36...44	42...49	48...54	—	—	EVT, calculée °C
Anforderungen						Exigences
Makroskopische Beurteilung	homogen/homogène					Jugement macroscopique
Dichte bei 25°C g/cm ³	0,93...1,1			0,8...1,0	1,05...1,3	Masse volumique à 25°C g/cm ³
Dynamische Viskosität bei 30°C Pa · s	40...100	100...200	200...450	<0,1	<0,1	Viscosité dynamique à 30°C Pa · s
bei 60°C Pa · s	1,5...4	2,5...6	4,5...10	—	—	à 60°C Pa · s
Lösliches in Toluol min. Masse-%	99	99	99	99,5	99,5	Soluble dans le toluène % de la masse min.
Wassergehalt max. Masse-%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	Teneur en eau % de la masse max.
Siedeanalyse (ASTM) Destillate bis 225°C max. Vol.-%	5	2	1	—	—	Distillation fractionnée (ASTM) Distillats jusqu'à 225°C % du vol. max.
Destillate bis 260°C max. Vol.-%	40	30	20	—	—	Distillats jusqu'à 260°C % du vol. max.
Destillate bis 316°C Vol.-%	40...83	20...80	> 10	—	—	Distillats jusqu'à 316°C % du vol.
(Vol.-% des Gesamtdestillates bis 360°C) Rückstand bei Destillation bis 360°C min. Vol.-%	82	85	88	—	—	(% du volume du distillat com- plet jusqu'à 360°C) Résidu de la distillation jusqu'à 360°C % du vol. min.
Eigenschaften des Destillationsrückstandes Penetration bei 25°C 10 ⁻¹ mm	100...500			—	—	Propriétés du résidu de la distillation Pénétration à 25°C 10 ⁻¹ mm
Erweichungspunkt R u K °C	wird bestimmt / sera déterminé			—	—	Point de ramollissement A et B °C
Penetrationsindex	-1,0...+1,5			—	—	Indice de pénétration
Trocknungsverhalten, flüchtige Anteile nach 60 min min. Masse-%	—	—	—	80	80	Comportement au séchage, substances volatiles après 60 min % de la masse min.
Nichtflüchtige Anteile bei 110°C min. Masse-%	—	—	—	45	45	Substances non volatiles à 110°C % de la masse min.
Flammpunkt i.g.T. (ASTM D-93, Pensky-Martens) min. °C	55	55	55	wird bestimmt sera déterminé		Point d'éclair en vase clos (ASTM D-93, Pensky-Martens) °C min.
*Lf Lackbitumen feuergefährlich. Enthält leicht entzündbare Lösungsmittel.				*Lf Bitume-laque contenant des solvants facilement inflammables.		
*Lb Lackbitumen brennbar. Enthält schwer entzündbare Lösungsmittel.				*Lb Bitume-laque contenant des solvants difficilement inflammables.		

Herausgeber:
Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS)
Seefeldstrasse 9, 8008 Zürich

Bearbeitung: VSS-Kommission 4, Baustoffe
Genehmigt: Mai 1981
DK: 652.7.062.3

Ersetzte Norm:
SNV 671 410 b vom September 1965

Editeur:
Union des professionnels suisses de la route (VSS)
Seefeldstrasse 9, 8008 Zurich

Elaboration: Commission VSS 4, Matériaux de construction
Adopté: Mai 1981
DK: 625.7.062.3

Norme remplacée:
SNV 671 410 b de septembre 1965

© 1981 by VSS Zurich

USA:n ja KANADAN LAATUVAATIMUKSIA

Standard Specification for Penetration Graded Asphalt Cement

AASHTO DESIGNATION: M 20-70 (1982)

1. SCOPE

1.1 This specification covers the following 5 penetration grades of asphalt cement for use in highway construction: 40 to 50, 60 to 70, 85 to 100, 120 to 150, and 200 to 300. For asphalt cements graded by viscosity see AASHTO M 226.

2. MANUFACTURE

2.1 Asphalt cement shall be prepared by the refining of crude petroleum by suitable methods.

3. PROPERTIES

3.1 The asphalt cement shall be homogeneous, free from water, and shall not foam when heated to 175C (347F).

3.2 The various grades of asphalt cement shall conform to the requirements given in Table 1.

4. METHODS OF SAMPLING AND TESTING

4.1 Sampling and testing of asphalt cement shall be in accordance with the following standard methods of the American Association of State Highway and Transportation Officials:

Sampling.....	T 40
Water.....	T 55
Penetration.....	T 49
Solubility in Trichloroethylene.....	T 44
Ductility.....	T 51
Flash point.....	T 48
Thin film oven test.....	T 179
Spot Test.....	T 102

Table 1—Requirements for a Specification for Asphalt Cement

	Penetration Grade									
	40-50		60-70		85-100		120-150		200-300	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Penetration at 25C (77F) 100 g, 5 sec	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Flash point, Cleveland Open Cup °F ...	450	...	450	...	450	...	425	...	350	...
Ductility at 25C (77F) 5 cm. per min., cm.	100	...	100	...	100	...	100	...	...	...
Solubility in trichloroethylene percent ...	99	...	99	...	99	...	99	...	99	...
Thin-film oven test, 1/8 in. (3.2 mm), 163C (325F) 5 hour .....	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Loss on heating, percent .....	...	0.8	...	0.8	...	1.0	...	1.3	...	1.5
Penetration, of residue, percent of original	58	...	54	...	50	...	46	...	40	...
Ductility of residue at 25C (77F) 5 cm. per min., cm .....	...	...	50	...	75	...	100	...	100	...
Spot test (when and as specified (see Note 1) with):										
Standard naphtha solvent	Negative for all grades									
Naphtha-xylene solvent, percent xylene	Negative for all grades									
Heptane-xylene solvent, percent xylene	Negative for all grades									

NOTE: The use of the spot test is optional. When it is specified, the Engineer shall indicate whether the standard naphtha solvent, the naphtha-xylene solvent, or the heptane-xylene solvent will be used in determining compliance with the requirement, and also, in the case of the xylene solvents, the percentage of xylene to be used.

TABLE 1. Requirements for Asphalt Cement Graded by Viscosity at 60 C (140F)
(Grading based on original asphalt)

TEST	VISCOSITY GRADE				
	AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosity, 60 C (140 F), poises	250 ± 50	500 ± 100	1000 ± 200	2000 ± 400	4000 ± 800
Viscosity, 135 C (275 F), Cs-minimum	80	110	150	210	300
Penetration, 25 C (77 F), 100 g., 5 sec.-minimum	200	120	70	40	20
Flash Point, COC, C (F)-minimum	163(325)	177(350)	219(425)	232(450)	232(450)
Solubility in trichloroethylene, percent-minimum	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
Tests on residue from Thin-Film Oven Test:					
Viscosity, 60 C (140 F), poises-maximum	1000	2000	4000	8000	16000
Ductility, 25 C (77 F), 5 cm per minute cm-minimum	100 ¹	100	50	20	10
Spot test (when and as specified) ² with:					
Standard naphtha solvent	Negative for all grades				
Naphtha-Xylene-solvent, % Xylene	Negative for all grades				
Heptane-Xylene-solvent, % Xylene	Negative for all grades				

¹If ductility is less than 100, material will be accepted if ductility at 15.6 C (60 F) is 100 minimum.

²The use of the spot test is optional. When it is specified, the Engineer shall indicate whether the standard naphtha solvent, the naphtha-xylene solvent, or the heptane-xylene solvent will be used in determining compliance with the requirement, and also, in the case of xylene solvents, the percentage of xylene to be used.

TABLE 2. Requirements for Asphalt Cement Graded by Viscosity at 60 C (140F)
(Grading based on original asphalt)

TEST	VISCOSITY GRADE					
	AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Viscosity, 60 C (140 F), poises	250±50	500±100	1000±200	2000±400	3000±600	4000±800
Viscosity, 135 C (275 F), Cs-minimum	125	175	250	300	350	400
Penetration, 25 C (77 F), 100 g., 5 sec.-minimum	220	140	80	60	50	40
Flash Point, COC, C (F)-minimum	163(325)	177(350)	219(425)	232(450)	232(450)	232(450)
Solubility in trichloroethylene, percent-minimum	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
Tests on residue from Thin-Film Oven Test:						
Loss on heating percent-maximum (optional) ³		1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
Viscosity, 60 C (140 F), poises-maximum	1000	2000	4000	8000	12000	16000
Ductility, 25 C (77 F), 5 cm per minute cm-minimum	100 ¹	100	75	50	40	25
Spot test (when and as specified) ² with:						
Standard naphtha solvent	Negative for all grades					
Naphtha-Xylene-solvent, % Xylene	Negative for all grades					
Heptane-Xylene-solvent, % Xylene	Negative for all grades					

¹If ductility is less than 100, material will be accepted if ductility at 15.6 C (60 F) is 100 minimum.

²The use of the spot test is optional. When it is specified, the Engineer shall indicate whether the standard naphtha solvent, the naphtha-xylene solvent, or the heptane-xylene solvent will be used in determining compliance with the requirement, and also, in the case of xylene solvents, the percentage of xylene to be used.
The use of loss on heating requirement is optional.

TABLE 3. Requirements for Asphalt Cement Graded by Viscosity at 60 C (140F)
(Grading based on residue from Rolling Thin Film Oven Test)

TESTS ON RESIDUE FROM AASHTO TEST METHOD T 240 ¹	VISCOSITY GRADE				
	AR-10	AR-20	AR-40	AR-80	AR-160
Viscosity, 60 C (140 F), poise	1000±250	2000±500	4000±1000	8000±2000	16000±4000
Viscosity, 135 C (275 F), Cs-minimum	140	200	275	400	550
Penetration, 25 C (77 F), 100 g., 5 sec.-minimum	65	40	25	20	20
Percent of original Pen., 25 C (77 F)-minimum	—	40	45	50	52
Ductility, 25 C (77 F), 5 cm per min., cm minimum	100 ¹	100 ²	75	75	75
TESTS ON ORIGINAL ASPHALT					
Flash Point, COC, C (F)-minimum	205(400)	219(425)	227(440)	232(450)	238(460)
Solubility in Trichloroethylene, percent-minimum	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0

¹AASHTO T 179 (Thin-Film Oven Test) may be used, but AASHTO T 240 shall be the referee method.

²If ductility is less than 100, material will be accepted if ductility at 15.6 C (60F) is 100 minimum.

TABLE 1

	RC-70		RC-250		RC-800		RC-3000	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Kinematic Viscosity at 60 C (140 F) (See Note 1) centistokes	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Flash point (Tag, open-cup), degrees C (F)	...	...	27 (80)	...	27 (80)	...	27 (80)	...
Water, percent	...	0.2	...	0.2	...	0.2	...	0.2
Distillation test:								
Distillate, percentage by volume of total distillate to 360 C (680 F)								
to 190 C (374 F)	10	...	...	...	...	...	...	...
to 225 C (437 F)	50	...	35	...	15	...	...	...
to 260 C (500 F)	70	...	60	...	45	...	25	...
to 315 C (600 F)	85	...	80	...	75	...	70	...
Residue from distillation to 360 C (680 F) volume percentage of sample by difference	55	...	65	...	75	...	80	...
Tests on residue from distillation:								
Absolute viscosity at 60 C (140 F) (See Note 3) poises	600	2400	600	2400	600	2400	600	2400
Ductility, 5 cm./min.at 25 C (77 F) cm	100	...	100	...	100	...	100	...
Solubility in Trichloroethylene, percent	99.0	...	99.0	...	99.0	...	99.0	...
Spot test (See Note 2) with:								
Standard naphtha								
Naphtha - xylene solvent,								
- percent xylene								
Heptane - xylene solvent,								
- percent xylene								

NOTE 1. As an alternate, Saybolt-Furol viscosities may be specified as follows:

Grade RC-70—Furol viscosity at 50 C (122 F)—60 to 120 sec.

Grade RC-250—Furol viscosity at 60 C (140 F)—125 to 250 sec.

Grade RC-800—Furol viscosity at 82.2 C (180 F)—100 to 200 sec.

Grade RC-3000—Furol viscosity at 82.2 C (180 F)—300 to 600 sec.

NOTE 2. The use of the spot test is optional. When specified, the Engineer shall indicate whether the standard naphtha solvent, the naphtha xylene solvent or the heptane xylene solvent will be used in determining compliance with the requirement, and also, in the case of the xylene solvents, the percentage of xylene to be used.

NOTE 3. In lieu of viscosity of the residue, the specifying agency, at its option, can specify penetration at 100 g. 5s at 25C (77 F) of 80-120 for Grades RC-70, RC-250, RC-800, and RC-3000. However, in no case will both be required.

TABLE 1

	MC-30		MC-70		MC-250		MC-800		MC-3000	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Kinematic Viscosity at 60 C (140 F) (See Note 1) centistokes	30	60	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Flash point (Tag. open-cup), degrees C (F)	38 (100)	...	38 (100)	...	66 (150)	...	66 (150)	...	66 (150)	...
Water percent	...	0.2	...	0.2	...	0.2	...	0.2	...	...
Distillation test:										
Distillate percentage by volume of total distillate to 360 C (680 F)										
to 225 C (437 F)	...	25	0	20	0	10	...	...	...	...
to 260 C (500 F)	40	70	20	60	15	55	0	35	0	15
to 315 C (600 F)	75	93	65	90	60	87	45	80	15	75
Residue from distillation to 360 C (680 F) Volume percentage of sample by difference	50	...	55	...	67	...	75	...	80	...
Tests on residue from distillation:										
Absolute viscosity at 60 C (140 F) (See Note 4) poises	300	1200	300	1200	300	1200	300	1200	300	1200
Ductility, 5 cm/cm., cm. (See Note 2)	100	...	100	...	100	...	100	...	100	...
Solubility in Trichloroethylene, percent	99.0	...	99.0	...	99.0	...	99.0	...	99.0	...
Spot test (See Note 3) with:										
Standard naphtha										Negative for all grades
Naphtha - xylene solvent, - percent xylene										Negative for all grades
Heptane - xylene solvent, - percent xylene										Negative for all grades

NOTE 1. As an alternate, Saybolt Furol viscosities may be specified as follows:

Grade MC-70 - Furol viscosity at 50 C (122 F) - 60 to 120 sec.

Grade MC-30 - Furol viscosity at 25 C (77 F) - 75 to 150 sec.

Grade MC-250 - Furol viscosity at 60 C (140 F) - 125 to 250 sec.

Grade MC-800 - Furol viscosity at 100 C (212 F) - 100 to 200 sec.

Grade MC-3000 - Furol viscosity at 150 C (302 F) - 100 to 200 sec.

NOTE 2. If the ductility at 25 C (77 F) is less than 100, the material will be acceptable if its ductility at 15.5 C (60 F) is more than 100.

NOTE 3. The use of the spot test is optional. When specified, the Engineer shall indicate whether the standard naphtha solvent, the naphtha xylene solvent, or the heptane xylene solvent will be used in determining compliance with the requirement, and also, in the case of the xylene solvents, the percentage of xylene to be used.

NOTE 4. The use of the spot test is optional. When specified, the Engineer shall indicate whether the standard naphtha solvent, the naphtha xylene solvent, or the heptane xylene solvent will be used in determining compliance with the requirement, and also, in the case of the xylene solvents, the percentage of xylene to be used.

TAB. 1 Requirements and Typical Applications for Emulsified Asphalt

Type	Rapid-Setting				Medium-Setting					
	RS-1		RS-2		MS-1		MS-2		MS-2h	
Grade	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
<i>Tests on emulsions:</i>										
Viscosity, Saybolt Furol at 77°F (25°C), s	20	100	...	...	20	100	100	...	100	...
Viscosity, Saybolt Furol at 122°F (50°C), s	...	...	75	400	...	...	...	...	...	...
Storage stability test, 24-h, %	...	1	...	1	...	1	...	1	...	1
Demulsibility, ^a 35 ml, 0.02 N CaCl ₂ , %	60	...	60	...	...	...	...	...	...	...
Coating ability and water resistance:										
Coating, dry aggregate	...	...	...	...	good	fair	good	fair	good	fair
Coating, after spraying	...	...	...	...	fair	fair	fair	fair	fair	fair
Coating, wet aggregate	...	...	...	...	fair	fair	fair	fair	fair	fair
Coating, after spraying	...	...	...	...	fair	fair	fair	fair	fair	fair
Cement mixing test, %	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Sieve test, %	...	0.10	...	0.10	...	0.10	...	0.10	...	0.10
Residue by distillation, %	55	...	63	...	55	...	65	...	65	...
<i>Tests on residue from distillation test:</i>										
Penetration, 77°F (25°C), 100 g, 5 s	100	200	100	200	100	200	100	200	40	90
Ductility, 77°F, (25°C), 5 cm/min, cm	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...
Solubility in trichloroethylene, %	97.5	...	97.5	...	97.5	...	97.5	...	97.5	...
Float test, 140°F (60°C), s	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>Typical applications^b</i>										
	surface treatment, penetration macadam, sand seal coat, tack coat, mulch		surface treatment, penetration macadam, coarse aggregate seal coat (single and multiple)		cold plant mix, road mix, sand seal coat, crack treatment, tack coat		cold plant mix, coarse aggregate seal coat (single and multiple), crack treatment, road mix, tack coat, sand seal coat		cold plant mix, hot mix, coarse aggregate seal coat (single and multiple), crack treatment, road mix, tack coat	

Footnotes for Table 1 appear on the following page.

TABLE 1 Continued

Type	Medium-Setting										Slow-Setting	
	HFMS-1		HFMS-2		HFMS-2h		HFMS-2s		SS-1		SS-1h	
Grade	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
<i>Tests on emulsions:</i>												
Viscosity, Saybolt Furol at 77°F (25°C), s	20	100	100	...	100	...	50	...	20	100	20	100
Viscosity, Saybolt Furol at 122°F (50°C), s	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Storage stability test, 24-h, %	...	1	...	1	...	1	...	1	...	1	...	1
Demulsibility, ^a 35 ml, 0.02 N CaCl ₂, %	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Coating ability and water resistance:												
Coating, dry aggregate	good		good		good		good		...		...
Coating, after spraying	fair		fair		fair		fair		...		...
Coating, wet aggregate	fair		fair		fair		fair		...		...
Coating, after spraying	fair		fair		fair		fair		...		...
Cement mixing test, %	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2.0	...	2.0
Sieve test, %	...	0.10	...	0.10	...	0.10	...	0.10	...	0.10	...	0.10
Residue by distillation, %	55	...	65	...	65	...	65	...	57	...	57	...
<i>Tests on residue from distillation test:</i>												
Penetration, 77°F (25°C), 100 g, 5 s	100	200	100	200	40	90	200	...	100	200	40	90
Ductility, 77°F (25°C), 5 cm/min, cm	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...
Solubility in trichloroethylene, %	97.5	...	97.5	...	97.5	...	97.5	...	97.5	...	97.5	...
Float test, 140°F (60°C), s	1200	...	1200	...	1200	...	1200	...	...	...	...	...
<i>Typical applications^b</i>												
	cold plant mix, road mix, sand seal coat, crack treatment, tack coat		cold plant mix, coarse aggregate seal coat (single and multiple), crack treatment road mix, tack coat, and seal		cold plant mix, hot plant mix, coarse aggregate seal coat (single and multiple), crack treatment road mix, tack coat		dense-graded cold plant mix and road mix, stockpile mix, crack treatment, patching mix		cold plant mix, road mix, slurry seal, tack coat, fog seal, dust		mulch	

^aThe demulsibility test shall be made within 30 days from date of shipment.

^bThese typical applications are for use only as a guide for selecting and using the emulsion for pavement construction and maintenance.

STATE OF CALIFORNIA

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION

PAVING ASPHALT SPECIFICATIONS

Specification Designation	AASHTO Test Method	VISCOSITY GRADE				
		AR-1000	AR-2000	AR-4000	AR-8000	AR-16000
Tests on Residue from RTFC						
<u>Procedure -- California Method 346E*</u>						
Absolute Viscosity at at 60°C (140°F) poise	T-202	750-1250	1500-2500	3000-5000	6000-10000	12000-20000
Kinematic Viscosity at 135°C (275°F) cs, min.	T-201	140	200	275	400	550
Penetration at 25°C (77°F), 100g/5 sec, min.	T-49	65	40	25	20	20
Percent of original penetration at 25°C (77°F), min.	***	---	40	45	50	52
Ductility at 25°C (77°F) cm.,min.	T-51	100**	100**	75	75	75
<u>Test on Original Asphalt</u>						
Flashpoint, COC, deg.F., min.	T-48	400	425	440	450	460
Solubility in Trich- loroethylene, percent min.	T-44	99	99	99	99	99

* TFO may be used but RTFC shall be the referee method.

** If the ductility at 25°C (77°F) is less than 100 cm., the material will be acceptable if its ductility at 15.6°C (60°F) is more than 100 cm.

*** Original penetration as well as penetration after RTFC loss will be determined by AASHTO Test Method T-49.

PENNSYLVANIA

(Effective July 15, 1977)

PROPOSED SPECIFICATIONS FOR ASPHALT CEMENT, AC-20
(AASHTO AC-20)

These specifications cover petroleum asphalt cement for use in bituminous concrete base course, aggregate-bituminous base course, soil-bituminous base course, bituminous surface course ID-2, FJ-1, FB-3, FB-2, DP-1, and other miscellaneous applications.

The maximum delivery temperature of the material shall not exceed 350 F. The material shall be heated, if required, to yield a viscosity between 150 and 280 centistokes. The asphalt cement shall be homogeneous and shall not foam when heated. It shall conform to the following requirements:

Absolute Viscosity at 140 F (60C), 30 cm Hg, poises (Refinery) 2000 \pm 400

Absolute Viscosity at 140 F (60C), 30 cm Hg, poises (Project) 2000 \pm 600

	<u>Minimum</u>	<u>Maximum</u>
Water, percent by weight	-	0
Flash Point, (COC), degs F	450	-
Penetration at 77 F (25C), 100 g, 5 sec	50	120
and		
Absolute viscosity at 77 F, 0.05 sec. ⁻¹ megapoises	-	4.5
Kinematic Viscosity at 275F (135C), centistokes		
(See Note 1)	250*	-
Solubility in trichloroethylene, percent	99.0	-
Thin Film Oven Test at 325 F (163C), 50 ml, 5 hrs.		
Ductility of residue at 60 F (15.6C).		
5 cm per min, cm	10	-
Absolute viscosity at 140 F (60C)	-	8000

*Note 1 - The minimum kinematic viscosity @ 275 F shall be as specified below corresponding to the penetration @ 77 F, when AC-20 asphalt cement is used for BCBC, ID-2 and FJ-1 in Districts 1-0, 2-0, 3-0, 4-0, 10-0, 5-0 (Monroe County only), and 9-0 (Cambria County only).

<u>Penetration</u>	<u>Kin. Visc</u>	<u>Penetration</u>	<u>Kin. Visc.</u>	<u>Penetration</u>	<u>Kin. Visc.</u>
50	550	56	445	66	320
51	530	57	430	67	315
52	515	58	420	68	305
53	495	59	405	69	300
54	480	60	390	70	290
55	460				
		61	380	71	280
		62	365	72	275
		63	355	73	265
		64	340	74	260
		65	330	75+	250+

SABIKAT CHEWAN

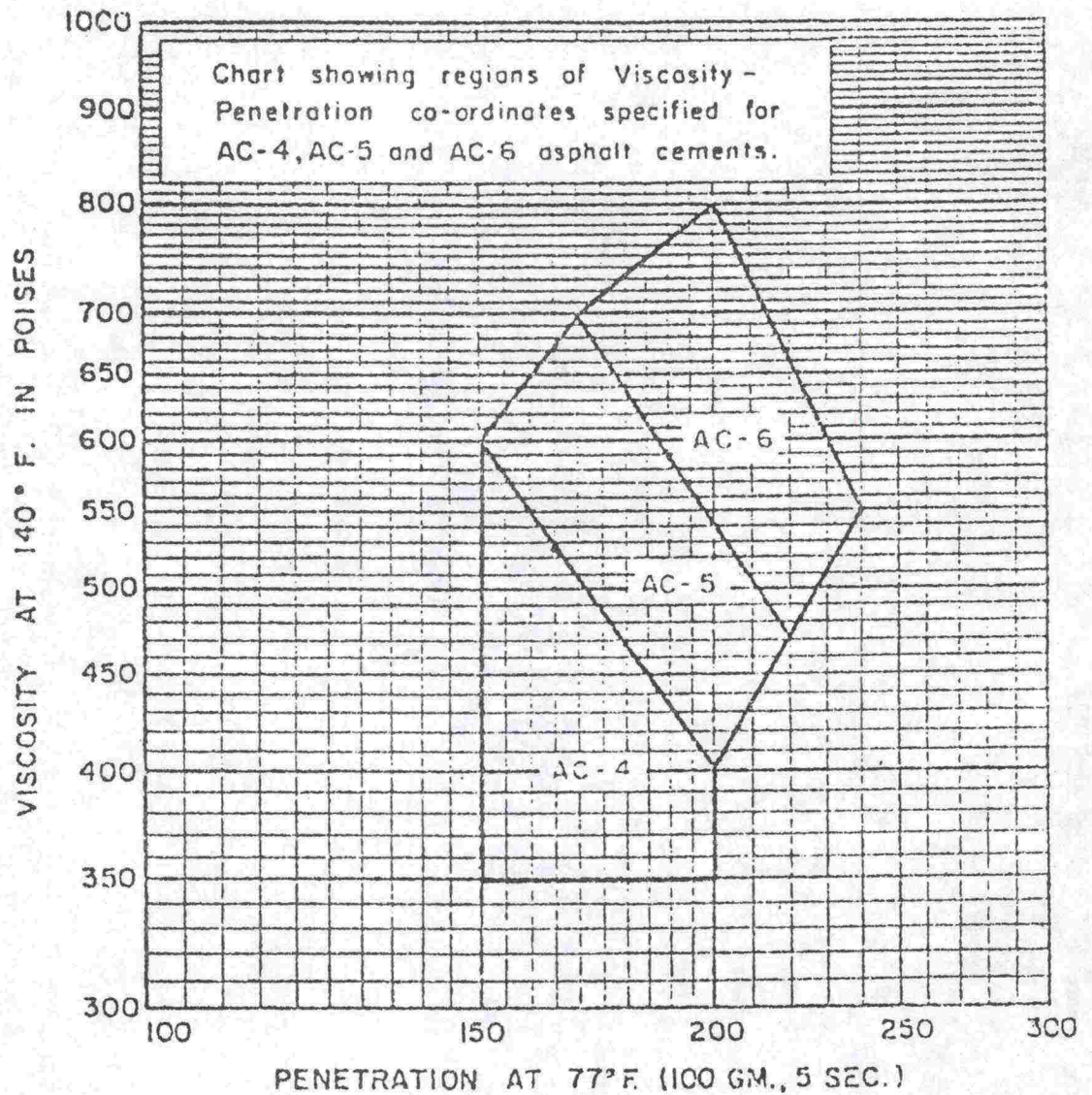
GRADE		AC 1.5		AC4		AC5		AC6	
REQUIREMENTS	ASTM TEST METHOD	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Visc. @ 140°F, Poise @ 275°F, Centi-stokes	D2171	120	180	(1)	--	(1)	--	(1)	--
	D2170	100	--	--	--	--	--	--	--
Penetration @ 77°F 100 gm., 5 sec.	D5	--	--	(1)	--	(1)	--	(1)	--
Penetration @ 39.2°F 200 gm., 60 sec.	D5	100	--	--	--	--	--	--	--
Ductility @ 60°F 5 cm./min., cm	D113	60	--	--	--	--	--	--	--
Ductility @ 77°F(3)	D113	--	--	100	--	100	--	100	--
Flashpoint (COC), °F	D92	400	--	400	--	450	--	450	--
Solubility in Trichloroethylene %	D2042	99.5	--	99.5	--	99.5	--	99.5	--
Thin Film Oven Test Weight Loss, %	D1754	--	2.2	--	1.0	--	0.6	--	0.6
Penetration @ 77°F F of residue, % of Original	D5	--	--	45	--	50	--	55	--
Viscosity @ 140°F F, of residue, % of Original	D2171	--	320	--	--	--	--	--	--
% Xylene in N-Heptane - Xylene for negative spot test	(2)	--	--	--	50	--	45	--	40

Note (1) Viscosity @ 140°F and Penetration @ 77°F shall fall within the area described in Figure 1.

Note (2) AASHTO Test Method T102.

Note (3) If ductility at 77°F is less than 100, the material will be acceptable if its ductility at 60°F is more than 100 Cms.

SPECIFICATION FOR ASPHALT CEMENTS



GRADE OF ASPHALT CEMENT		AC - 4		AC - 5		AC - 6	
Viscosity and penetration shall be within graphic regions described by the co-ordinates ABCD.	CO-ORD	VISC	PEN	VISC	PEN	VISC	PEN
	A	600	150	700	170	800	200
	B	350	150	600	150	700	170
	C	350	200	400	200	470	220
	D	400	200	470	220	550	240

FIGURE 1

APPENDIX

SPECIFICATIONS FOR ASPHALT CEMENT
AND CUTBACK ASPHALTS
BRITISH COLUMBIA DEPARTMENT OF HIGHWAYS

PART B. ASPHALT CEMENTS

311.7 - Asphalt Cements shall:

- (a) be products prepared by the refining of petroleum unless otherwise specially permitted.
- (b) be homogeneous, free from water and shall not foam when heated to 347 F.
- (c) be supplied in such grades as may be ordered.
- (d) comply with the following detailed requirements:

Table A. Physical Requirements After Thin Film Oven Test

Type of Asphalt	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Penetration at 77 F., 100 g., 5 sec.	40	40	50	50	100	100	200	200	300	300	400	400
Minimum Penetration at 50.2 F., 100 g., 5 sec.	12	9	10	11	23	15	30	22	53	34	65	65
Minimum Penetration at 39.2 F., 100 g., 5 sec.	8	5	9	5	13	7.0	19	9	25	11	48	31
Minimum Viscosity at 140 F., P.	1500	800	1000	400	500	250	200	80	100	40	70	70

- NOTE: 1. Values given for penetration and viscosity are point values only. Intermediate values shall be obtained by interpolation between the tabulated points on a straight line basis.
2. The supplier shall state with his quotation the complete test results of the particular penetration asphalt on the accompanying Department of Highways form. These results shall include the test listed in Table A on the original asphalt and on the same sample after the Thin Film Oven Test. In addition, the supplier shall submit a temperature-viscosity chart covering the range between 150 and 350 centistokes.
3. Asphalt supplied on the resulting purchase order shall be within + 20 percent of the penetration at 77 F. of that submitted with the requisition provided that the other stated penetrations vary by a corresponding amount as determined by interpolation from Table A.
4. The supplier shall forward a 2-quart sample of the product that he proposes to supply to the nearest Department of Highways Regional Paving Laboratory.
5. Should the supplier wish to change the penetration grade within the limits of the purchase order, the test results, viscosity-temperature chart, and 2-quart sample shall be submitted in accordance with Notes 2 and 4 above at least 14 days before the proposed change.

6. Notwithstanding Note 5 above, the change of penetration grade cannot be made without the express permission of the Engineer.
7. Thin Film Oven Test - The Thin Film Oven Test shall be carried out on samples from each batch of asphalt to be supplied to the Department. Values of penetration at two temperatures at least 15 F. apart shall be obtained on the residue. These values shall be plotted on a diagram of log penetration vs. temperature. From the curve obtained, values at 77 F. and 50 F. may be found. These values shall meet the requirements of Table A. The maximum penetration at 77 F. for any asphalt after the Thin Film Oven Test shall be 300 (100 g., 5 sec.).
8. For Type B asphalts, the maximum penetration of the original asphalt to be supplied shall be 300 (100 g., 5 sec.).
9. Solubility in CCl_4 shall be 99.5 percent minimum.
10. Flashpoint C.O.C. shall be 450 F. minimum.

PART C. LIQUID PETROLEUM ASPHALTS

311.8 - General Description

- (a) Liquid asphalts shall consist essentially of petroleum derivatives and shall be substantially free from water and other impurities.
- (b) Liquid asphalts shall be of the type and grade described in the detail tables 9, 10, 11 and 13, set down hereafter.

311.9 - Slow Curing Asphaltic Road Materials

Table B.

Designation Requirements	SC-0		SC-5	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Flash Point, Cleveland Open Cup 0 F.	150		250	
Kinematic Viscosity at 140 F. (60 C.), Centistokes	30		3000	6000
Distillation Test: Total distillate to 680 F., percent by volume	15	5		5
Float Test at 122 F.	15	1	75	300
Solubility in Carbon Tetrachloride percent	99.5		99.5	
Water, percent				0.5

- NOTE: 1. Penetration of residue after Distillation at 680 F. (100 g., 5 sec.) shall meet requirements of Table A for asphalt cements on SC-5 only.
2. Thin Film Oven Test on residue shall meet requirements of 311.7 for asphalt cements on SC-5 only.
3. The supplier shall state with his quotation the complete test results as required on the accompanying Department of Highways form. These results shall include the tests listed in Table A on the original asphalt for SC-5.

TYPE A

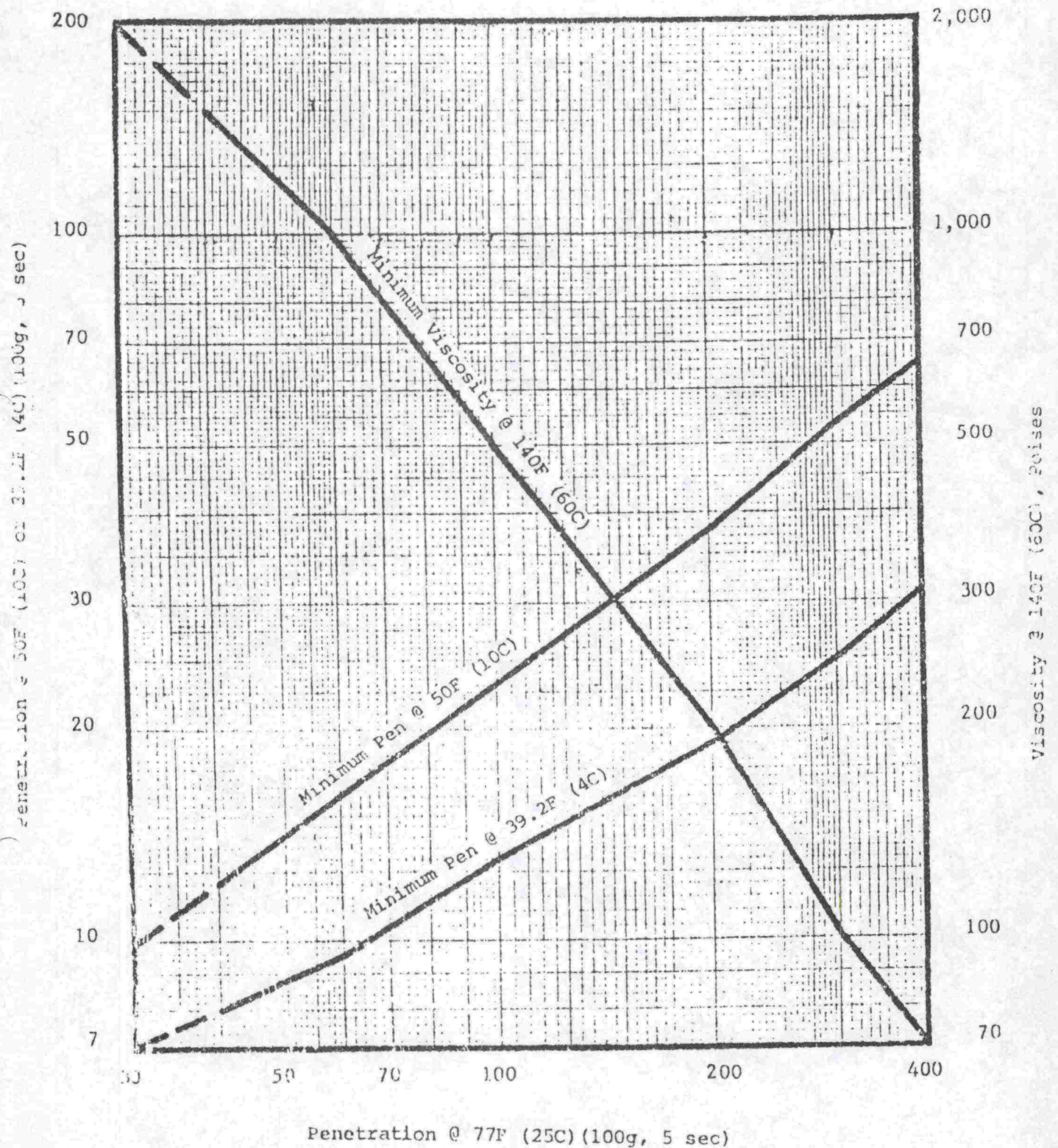


Fig. 1 Penetration and viscosity requirements for B. C. Department of Highways Type A Asphalt Cements. For any penetration at 77F (25C) product must meet corresponding minimum penetrations at 50F (10C) and 39.2F (4C) and minimum viscosity at 140F (60C).

TYPE B

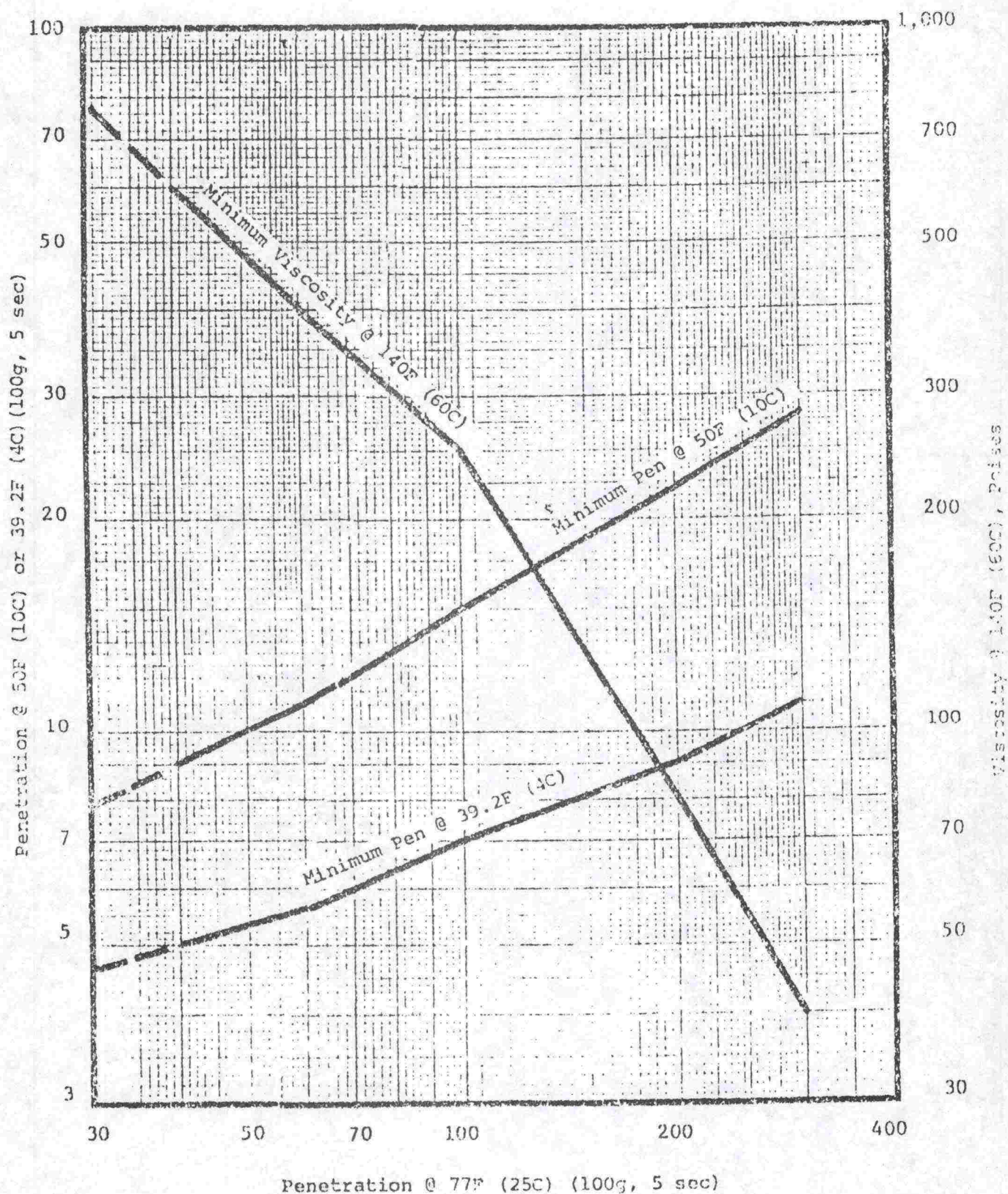


Fig. 1 Penetration and viscosity requirements for B. C. Department of Highways Type B Asphalt Cements. For any penetration at 77°F (25°C) product must meet corresponding minimum penetrations at 50°F (10°C) and 39.2°F (4°C) and minimum viscosity at 140°F (60°C).

TABLE 702-1 ASPHALT CEMENT

SPECIFICATION REQUIREMENTS FOR ASPHALT CEMENTS - VISCOSITY GRADED AT 140F (60C) (1)								
Material Designation	702-01		702-02		702-03		702-04	
Viscosity Grade	AC-5		AC-10		AC-20		AC-40	
Test Requirements	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Viscosity, 140F (60C), poises	500 \pm 100		1000 \pm 200		2000 \pm 400		4000 \pm 800	
Viscosity, 275F (135C), Cs	200(1)	--	250 (2)	--	300(3)	--	400	--
Penetration, 77F (25C), 100g, 5 sec	120(1)	--	70 (2)	--	60(3)	--	30	--
Flash Point, COC, F	350	--	425	--	450	--	450	--
Solubility in Trichloroethylene, Percent	99.0	--	99.0	--	99.0	--	99.0	--
Tests on residue from Thin-film oven test:								
Loss on Heating, percent	--	1.00	--	0.50	--	0.50	--	0.50
Ductility 60F (15.5C), 5cm/min, cm	100	--	40(2)	--	30(3)	--	25(5)	--
Viscosity ratio:								
poises @ 140°F (60C) after TFOT	--	4	--	4(4)	--	4(4)	--	4
poises @ 140°F (60C) before TFOT	--	4	--	4(4)	--	4(4)	--	4
TYPICAL USES (Uses listed intended only as a general informational guide).	Hot plant mix - very cold climate.		Hot plant mix - cold climate, Up-state New York.		Hot plant mix moderate climate, Downstate N.Y. Sheet mixes.		Hot plant mix- hot climate. Heavy traffic.	

- (1) For asphalt cements refined from Domestic Mid-Continent or Canadian crudes, the following limits shall apply:
Visc., 275F, Cs-180 min., pen. 77F, 100g, 5 sec.; -100 min.; TFOT residue, Duct. 60F, 5 cm/min., cm-15 min.
- (2) For asphalt cements refined from Domestic Mid-Continent or Canadian crudes, the following limits shall apply:
Visc., 275F, Cs-200 min.; Pen. 77F, 100g, 5 sec., -60 min.; TFOT residue. Duct. 60F, 5 cm/min., cm-10 min.
- (3) For asphalt cements refined from Domestic Mid-Continent or Canadian crudes, the following limits shall apply:
Visc., 275F, Cs-250 min.; Pen. 77F, 100g, 5 sec., -50 min.; TFOT residue, Duct. 60F, 5 cm/min., cm-5 min.
- (4) For asphalt cements refined from Boscan crude, the following limits shall apply: Viscosity ratio -5 max.
- (5) Measured at 77F.

TABLE I
SPECIFICATION FOR ASPHALT CEMENT (PETROLEUM)

TEST	VISCOSITY GRADE								PENETRATION GRADE	
	*AC-5		AC-10		AC-20		AC-40		**AC-13	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Viscosity @ 140 F (60 °C), poises	500 ± 100		1000 ± 200		2000 ± 400		4000 ± 800			
Viscosity @ 275 °F (135 °C), Cs	175	--	240	--	300	--	350	--		
Penetration @ 32 F (0 °C)									25	--
Penetration @ 77 F (25 °C), 100g, 5 sec	140	--	80	--	60	--	40	--	65	90
Penetration @ 115 F (46.1 °C)									325	
Flash Point, COC, °F	400	--	425	--	450	--	450	--	450	--
Solubility in Trichloroethylene	99.0	--	99.0	--	99.0	--	99.0	--	99.0	--
Tests on Residue from Thin Film										
Oven Test:										
Viscosity, 140 F (60 °C), poises	--	2250	--	4500	--	9000	--	18,000		
Ductility, 77° F (25 °C), 5 cm										
per min, cm.	100	--	100	--	80	--	50	--	75	--
Specific Gravity @ 60° C/60 F									1.00	--
Spot Test: Standard Naphtha Solvent										Negative for all grades
Softening Point, F (R&B)									110	--

NOTE: * When cut-back asphalt cement is to be produced as specified in Subsection 702.03, this material shall be the base asphalt.

** This is an asphaltic material used primarily for sealing joints and cracks.